PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 20. 15. Oktober 1908. 9. Jahrgang.

Redaktionsschluß für No. 21 am 12. Oktober 1908.

INHALT.

Originalmitteilungen:

O. Hahn u. L. Meitner, Aktinium *C*, ein neues kurzlebiges Produkt des Aktiniums. S. 649.

M. Levin, Die Strahlung des Uran-*X*. S. 655.

G. Rümelin, Über die Wiedervereinigung von Gasionen. S. 657.

J. Stark u. W. Steubing, Weitere Beobachtungen über die Fluoreszenz organischer Substanzen. S. 661.

O. M. Corbino, Die Lichtemission seitens eines glühenden Dampfes in einem Magnetfelde unter verschiedenem Azimut. S. 669.

Mitteilungen aus dem physikalischen Institut der Universität Pisa: No. 41: A. Battelli, Spezifische Wärme von Flüssigkeiten, die bei sehr tiefer Temperatur fest werden. S. 671.

M. Brendel, Das Nordlicht vom 30. Juni. S. 675.

H. Hausrath, Experimentelle Prüfung der Superpositionssätze für Wechselstrom im körperlichen Leiter. S. 678.

Personalien. S. 681.

Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1908/09. S. 681.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Aktinium *C*, ein neues kurzlebiges Produkt des Aktiniums.

Von Otto Hahn und Lise Meitner.

Die vorliegende Arbeit hatte ihren Ausgangspunkt in einer Beobachtung, die wir bei der Untersuchung der β-Strahlen des Aktiniums gemacht haben. Wir fanden nämlich, daß die Abklingung des aktiven Niederschlages anfangs langsamer vor sich geht, als man aus den bekannten Zerfallsperioden für Aktinium *A* und Aktinium *B* erwarten müßte. Da es sich um die Absorption der β-Strahlen handelte, waren die Abklingungsmessungen in einem β-Strahlenelektroskop ausgeführt worden. Unseres Wissens sind die Zerfallskonstanten für Aktinium *A* und Aktinium *B* immer nur aus den Änderungen der α-Aktivität ermittelt worden.

Wir nahmen daher eine Reihe von Versuchen mit induzierten Blechen von verschiedener Expositionsdauer vor. Die Bleche wurden gleichzeitig in einem α- und in einem β-Elektroskop auf die zeitliche Änderung ihrer Aktivität geprüft.

Hierbei zeigte sich nun besonders bei kurzer Exposition, daß die Änderung der β-Aktivität einen wesentlich anderen Verlauf aufwies, als die Änderung der α-Aktivität. Beispielsweise nahm bei Expositionen bis zu einer Minute die β-Aktivität anfangs stark ab, während die α-Aktivität gleichzeitig zunahm. Da ein Variieren der äußeren Bedingungen keine wesentliche Änderung der Versuchsergebnisse zur Folge hatte, so war der Schluß naheliegend, daß diese Abweichung durch ein noch unbekanntes Produkt hervorgerufen wurde, dessen Lebensdauer kurz im Verhältnis zu der Lebensdauer des Aktinium *A* sein mußte, weil der Abfall schließlich immer mit der Periode des Aktinium *A* erfolgte.

Wir machten daher systematische Versuche zur Abscheidung dieser hypothetischen Substanz, und es gelang uns in der Folge, nachzuweisen, daß der aktive Niederschlag des Aktiniums nicht aus zwei Produkten, wie man bisher annahm, besteht, sondern sich aus drei verschiedenen, wohl charakterisierten Bestandteilen zusammensetzt. Die neue, von uns aufgefundene Substanz entsteht unmittelbar aus dem Aktinium *B* und ist daher nach der von Rutherford eingeführten Nomenklatur als Aktinium *C* zu bezeichnen.

Experimentelles.

Das bei den vorliegenden Versuchen verwendete Aktinium stammt aus 1,4 g stark aktiver Substanz, die uns von Herrn Professor Giesel bereitwilligst zur Verfügung gestellt worden waren.[1])

Ein Vergleich der γ-Strahlung des Präparates mit der eines Radiumstandards zeigte, daß die γ-Aktivität der 1,4 g rund einem halben Milligramm reinen Radiumbromids entspricht, bei welcher Berechnung auf die größere Absorbierbarkeit der γ-Strahlen des Aktiniums Rücksicht genommen worden ist. Nach Angaben Giesels war das Präparat nicht frei von Verunreinigungen an radioaktiven Substanzen, besonders an Radium. Um ein möglichst reines Präparat zu erhalten, wurde folgendermaßen verfahren.

Ein Gramm der Substanz wurde in Salzsäure gelöst und von einer geringen Spur unaufgelöster Substanz abfiltriert. Die Aktivität des Filters war gering und rührte größtenteils von Radioaktinium her. Aus der salzsauren Lösung fielen beim Verdünnen und Erkalten Kristallflitter von Bleichlorid aus, die durch Ab-

1) Wir möchten nicht verfehlen, Herrn Professor Giesel für seine große Liebenswürdigkeit auch an dieser Stelle unseren besten Dank auszusprechen.

filtrieren getrennt wurden. Im Filtrat wurde der Rest des Bleis und zugleich Radium durch Zugabe von einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure ausgefällt. Der nach einiger Zeit entstehende geringe Niederschlag wurde wiederum abfiltriert. Das klare Filtrat gab dann nach Zusatz weiterer Schwefelsäure keinen sichtbaren Niederschlag mehr. Um aber das Radium möglichst vollständig zu entfernen, wurden zu der heißen Lösung einige Tropfen Bariumchlorid zugesetzt und am anderen Tage das ausgeschiedene Bariumsulfat + eventuell noch vorhandenem Radiumsulfat abfiltriert. Die klare Lösung wurde dann mit viel Ammoniak aufgekocht, über Nacht stehen gelassen und dann heiß abfiltriert. Der Niederschlag enthält das Aktinium, allerdings nicht im Gleichgewicht mit Radioaktinium und Aktinium X. Die aus dem Präparat anfänglich erhaltenen Mengen aktiven Niederschlags waren deshalb nur gering.

Um den aktiven Niederschlag zu sammeln, wurde das Aktiniumpräparat in einen kleinen Messingzylinder von 5 cm Höhe und 3 cm Durchmesser gebracht. Durch den Deckel des Zylinders führte isoliert ein Messingstab, der an seinem unteren Ende eine Messingplatte von 2 cm Durchmesser trug. Die Platte konnte in beliebiger Entfernung vom Präparat festgestellt werden und war für gewöhnlich mit dem negativen Pol der städtischen 220 Voltleitung verbunden, während der andere Pol an den äußeren Zylinder angelegt wurde. Die zu induzierenden Folien wurden um die Messingplatte herumgelegt.

Der aktive Niederschlag wurde je nach Bedarf entweder auf den Folien direkt gemessen oder in verdünnter Salzsäure gelöst und weiter verarbeitet.

Um die vermutete neue Substanz frei von Aktinium A herzustellen, wurden zunächst einige chemische Trennungen versucht. Fällungen mit Schwefelwasserstoff oder Ammoniak nach Zusatz von geringen Mengen eines durch die betreffenden Reagenzien fällbaren Salzes führten nicht zu dem gewünschten Resultat, da fast der gesamte aktive Niederschlag ausgefällt wurde.

Wir versuchten deshalb mittels fein verteilter Metalle und mittels Tierkohle zum Ziel zu gelangen. Die auf diese Weise erhaltene und im β-Elektroskop zur Messung gebrachte Aktivität war recht gering. Ihr zeitlicher Abfall ließ aber mit Deutlichkeit erkennen, daß eine schnell zerfallende Substanz vorlag, deren Periode nicht mit der des Aktinium B (2,15 Min. nach Bronson) übereinstimmte. Es gelang uns dann, Abscheidungen mit Tierkohle und Platinschwamm zu erhalten, deren Aktivität im β-Elektroskop gemessen, nur zu etwa 10—15 Proz. dem Aktinium $A + B$ zuzuschreiben war, während der weitaus größere Teil von einer Substanz herrührte, die exponential mit einer Periode von etwa 5 Min. zerfiel. Die Zerfallskurve wurde in der üblichen Weise konstruiert, indem von den experimentell gefundenen Werten die extrapolierten Werte für das Aktinium $A + B$ abgezogen wurden.

Bei allen diesen Versuchen ergaben die Messungen im β-Elektroskop niemals die dem Aktinium B entsprechende Abklingung, obwohl man nach Analogie mit den anderen Radioelementen hätte erwarten können, daß bei solchen Fällungen die am schnellsten zerfallende Substanz abgetrennt würde.

Wir suchten daher vor allem einmal Aktinium B möglichst getrennt von Aktinium A herzustellen. Levin[1]) hat gezeigt, daß Aktinium A flüchtiger ist, als Aktinium B. Nach seiner Angabe verflüchtigt sich Aktinium A größtenteils schon bei 400°, während Aktinium B selbst bei 700° noch nicht völlig verdampft ist. Wir machten daher mit induzierten Platinblechen Erhitzungsversuche, um die gewünschte Trennung auszuführen. Es wurde also ein Platinblech kurze Zeit in einer schwachen Gebläseflamme erhitzt und dann im β-Elektroskop gemessen. Die Abklingung der Aktivität erfolgte wiederum durch eine beträchtliche Zeit hindurch mit einer viel kürzeren Periode, als es dem Aktinium A entspricht, konnte aber nicht von einem Überschuß an Aktinium B herrühren, da ein solcher schon nach wenigen Minuten hätte verschwinden müssen.

Dieser Umstand ließ zwei Deutungen zu. Entweder war bei den Erhitzungsversuchen Aktinium B nicht gewonnen worden, oder es sendet keine β-Strahlen aus.

Zur Entscheidung dieser Frage wurden nun neue Erhitzungsversuche angestellt. Die erhitzten Bleche wurden in zwei Teile zerschnitten und gleichzeitig auf ihre α- und β-Aktivität geprüft. Es wurde eine halbe Minute lang erhitzt und die Messungen $1-1\frac{1}{2}$ Minuten später begonnen. Hier zeigte sich nun ein auffallender Unterschied in den zeitlichen Änderungen der α- und β-Aktivität. Die α-Aktivität nahm schnell ab, und zwar unverkennbar mit der Periode des Aktinium B; die β-Aktivität dagegen nahm während der ersten Minuten noch zu und fiel dann mit einer Periode von etwa 5 Minuten ab. Diese Werte wurden natürlich nicht direkt erhalten, da die Abtrennung des Aktinium A keine quantitative ist, sondern mußten erst in der früher angegebenen Weise aus den Kurven extrapoliert werden.

Man sieht aus diesen Versuchsergebnissen, daß die Erhitzungsmethode tatsächlich geeignet ist, Aktinium B im Überschuß zu erhalten, daß

1) Diese Zeitschr. 7, 812—815, 1906.

Aktinium B aber nur α-Strahlen und nicht, wie man bisher annahm, auch β-Strahlen aussendet.

Die β-Aktivität des aktiven Niederschlags rührt vielmehr von einem neuen Produkt her, dessen Zerfall mit einer Periode von etwa fünf Minuten erfolgt.

Die vorstehenden Resultate wurden aus einer ganzen Reihe von Versuchen erhalten, von denen wir im folgenden eine Anzahl wiedergeben. Da, wie die Kurven zeigen, die Trennung durch einfaches Erhitzen im Gebläse sehr befriedigend gelang, so sahen wir davon ab, Versuche mit genau definierten Temperaturen, etwa im Heraeus-Ofen anzustellen. Am vorteilhaftesten erwies es sich, etwa 30 Sek. lang in rauschender Gebläseflamme zu erhitzen. Es gelang indessen nie, Aktinium A völlig quantitativ zu trennen, auch nicht, als die Erhitzungstemperatur auf etwa 2000° getrieben wurde. In diesem Fall wurde ein induziertes Iridiumblech im Sauerstoffgebläse erhitzt und dann zur Messung gebracht. Die äußerst geringe noch vorhandene Aktivität rührte größtenteils vom Aktinium A her.

Die Versuche, die den nachstehenden Kurven zugrunde liegen, wurden, wenn nichts anderes bemerkt ist, in der oben angegebenen Weise durchgeführt.

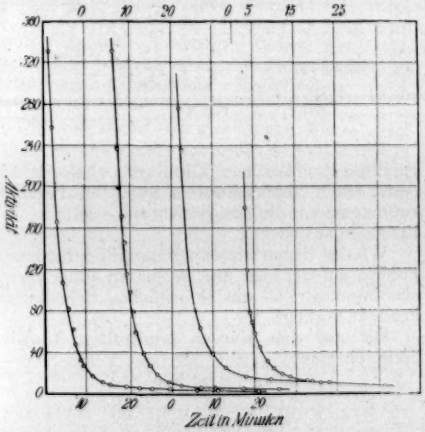


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine Anzahl von Abklingungskurven des Aktinium B, wie sie sich direkt aus den Messungen im α-Elektroskop ergaben.

Besonders die beiden ersten Kurven lassen erkennen, daß die Abtrennung des Aktinium A nahezu quantitativ war. Die aus den Kurven extrapolierte Aktivität für Aktinium $A + B$ im Gleichgewicht betrug für die erste Kurve 1,59 Proz., für die zweite Kurve 1,76 Proz.

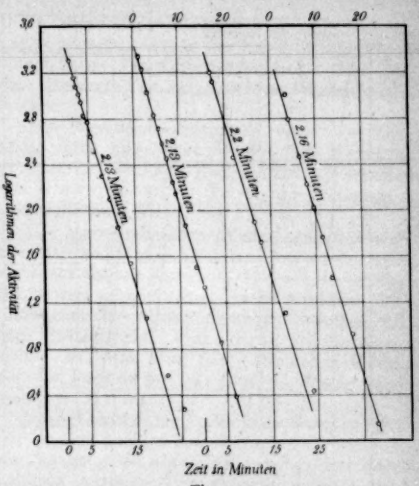


Fig. 2.

Fig. 2 gibt die entsprechenden logarithmischen Kurven wieder, in denen die auf das Aktinium $A + B$ entfallende Aktivität abgezogen ist. Sie betrug niemals mehr als 4 Proz. Die experimentell gefundenen Punkte liegen auf Geraden, geben also in sehr befriedigender Weise ein Exponentialgesetz wieder, und zeigen somit an, daß eine einheitliche Substanz vorliegt.

Die aus den Geraden ermittelte Zerfallszeit ergibt sich zu:

2,13 Min.
2,13 „
2,20 „
2,16 „

im Mittel 2,15 Min.

Dieser Wert steht in voller Übereinstimmung mit dem von Bronson[1]) angegebenen Werte, der ihn aus den Anstiegskurven kurz exponierter Bleche berechnete.

Hieraus folgt für λ (Aktinium B) der Wert $0{,}3225\ \text{min}^{-1}$.

Die den angegebenen α-Kurven der Fig. 1 entsprechenden Kurven für die β-Strahlen zeigt Fig. 3.

Die Kurven A bis C wurden aus Erhitzungsversuchen gewonnen. Zur Aufnahme der Kurven C_1 und C_2 wurde ein und dasselbe Präparat in zwei Hälften geteilt und in zwei verschiedenen β-Elektroskopen gleichzeitig gemessen. Das der Kurve C_1 entsprechende Präparat war mit 0,31 mm Aluminium bedeckt.

Der Anstieg und anfängliche Abfall dieser

1) Amer. Journ. Science (1905).

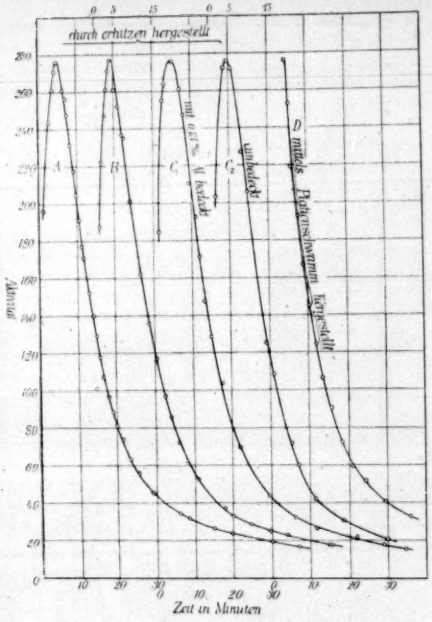


Fig. 3.

Kurve ist etwas flacher als bei den übrigen Kurven und das Maximum erscheint etwas nach rechts verschoben. Auf die Deutung dieses Befundes kommen wir weiter unten zu sprechen.

Zur Aufnahme der Kurve D wurde eine salzsaure Lösung des aktiven Niederschlags einige Sekunden lang mit Platinschwamm gekocht, abfiltriert, ausgewaschen und möglichst schnell getrocknet. Der Niederschlag gelangte 4,5 Min. nach seiner Herstellung zur Messung.

Die Kurve D zeigt keinen anfänglichen Anstieg.

Die einfachste Deutung der erhaltenen Kurven ist die, daß durch das Erhitzen außer dem Aktinium A auch die neue Substanz, die wir als Aktinium C bezeichnen wollen, abgetrennt wird, während Aktinium B allein zurückbleibt. Aktinium B zerfällt dann unter Aussendung von α-Partikeln mit der Periode von 2,15 Min. und bildet das β-strahlende Aktinium C. Daher wird anfangs die Aktivität sehr rasch ansteigen, nach wenigen Minuten ein Maximum erreichen und dann mit der Periode des Aktinium C abfallen. Kurve D ist somit dahin zu erklären, daß entweder bei der Fällung mit Platinschwamm nur Aktinium C abgetrennt wird, oder — und dies ist die wahrscheinlichere Annahme —, daß der anfängliche Anstieg deshalb nicht beobachtet wurde, weil das Präparat nicht rasch genug nach erfolgter Fällung zur Untersuchung gelangen konnte.

Alle Kurven zeigen schließlich den dem Aktinium $A + B + C$ im Gleichgewicht entsprechenden Verlauf.

Bevor wir auf die theoretischen Folgerungen unserer Annahme und ihre Übereinstimmung mit den experimentellen Befunden näher eingehen, geben wir in Fig. 4 eine größere Anzahl logarithmischer Abklingungskurven des Aktinium C wieder. Sie wurden aus den experimentell gefundenen Kurven nach Abzug der auf Aktinium $A + B + C$ entfallenden Aktivität konstruiert.

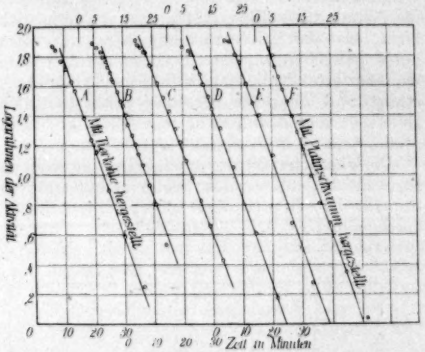


Fig. 4.

Die Kurve A rührt von einem mit Tierkohle gefällten Produkt her. Die Kurve F wurde mit dem durch Platinschwamm gefällten Präparat aufgenommen, die übrigen Kurven stammen von Erhitzungsversuchen.

Wieder liegen die experimentell gefundenen Punkte auf Geraden und zeigen in guter Übereinstimmung, daß ein einheitliches radioaktives Produkt vorliegt.

Die aus den Kurven ermittelten Zerfallsperioden sind:

1.	5,05	Min.
2.	5,1	„
3.	5,4	„
4.	5,1	„
5.	5,15	„
6.	5,1	„
Unter Ausschaltg. des Wertes 3 ergibt sich im Mittel	5,1	Min.

Daraus folgt für λ (Aktinium C) 0,1360 min^{-1}.

Vergleich der experimentell gefundenen mit den theoretisch berechneten Kurven.

Unter der Voraussetzung, daß Aktinium A strahlenlos ist, Aktinium B nur α-Strahlen, Akti-

nium C nur $\beta(+\gamma)$-Strahlen aussendet, lassen sich nach den Rutherfordschen Gleichungen die theoretischen Kurven konstruieren und auf ihre Übereinstimmung mit den experimentellen prüfen.

Es hat sich aber — wie wir in einer in Kürze erscheinenden Arbeit nachweisen werden — gezeigt, daß obige Voraussetzung für das Aktinium A nicht zutrifft, daß vielmehr auch Aktinium A sehr leicht absorbierbare β-Strahlen emittiert.

Will man nun dennoch die experimentellen Kurven mit den unter obiger Voraussetzung konstruierten theoretischen vergleichen, so müssen die β-Strahlen des Aktinium A abgeblendet werden. Dies gelingt leicht durch Bedecken des Präparates mit einigen Aluminiumfolien.

Um unsere Behauptung der Entstehung des Aktinium C aus dem Aktinium B zu beweisen, haben wir die theoretische Kurve für den Anstieg der β-Aktivität des Aktinium C aus Aktinium B konstruiert.

Nach Rutherford ist die zugehörige Gleichung von der Form:

$$Q = \frac{n\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2}\left(e^{-\lambda_2 t} - e^{-\lambda_1 t}\right).$$

Setzt man für n den Wert 100, für λ_1 und λ_2 die den Zerfallsperioden von 2,15 Min. resp. 5,1 Min. entsprechenden Werte, so kann man durch Einsetzen beliebiger Werte für t die theoretische Kurve konstruieren. Dabei ist Voraussetzung, daß das erste Produkt im β-Elektroskop keine Ionisation hervorruft.

Die auf diese Art gewonnene Kurve zeigt Fig. 5, Kurve A. Sie steigt von 0 an, erreicht ein Maximum zur Zeit $T = 4{,}66$ Min. und fällt dann mit der Periode des Aktinium C ab. Der Wert für das Maximum ergibt sich aus der Gleichung:

$$\lambda_1 e^{-\lambda_1 T} = \lambda_2 e^{-\lambda_2 T}.$$

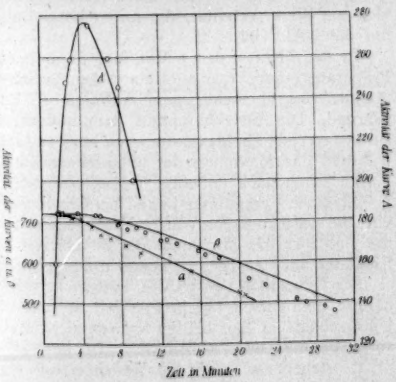


Fig. 5.

In diese theoretische Kurve sind nun die experimentellen Werte der Kurve C_1 aus Fig. 3 eingetragen. Der Übersichtlichkeit halber sind die Abszissen in vergrößertem Maßstab gezeichnet.

Die Versuchsbedingungen waren — wie schon oben angegeben — für diese Kurve so gewählt, daß die leicht absorbierbaren β-Strahlen des ja nie quantitativ abgetrennten Aktinium A ausgeschlossen waren.

Die experimentellen Werte schließen sich, wie man sieht, in sehr guter Übereinstimmung der theoretischen Kurve an. Hiermit ist definitiv der Beweis erbracht, daß unsere Annahme über den genetischen Zusammenhang zwischen den drei Bestandteilen des aktiven Niederschlags richtig ist, daß also der β-strahlende Körper mit der Periode von 5,1 Min. an dritter Stelle steht.

Da die Kurve unter der Voraussetzung konstruiert ist, daß anfangs kein Aktinium C vorhanden war, so zeigt die Übereinstimmung, daß durch Erhitzen Aktinium C quantitativ entfernt wird. Außerdem zeigen die früher erwähnten α-Kurven der Fig. 1 und 2, daß Aktinium C keine α-Strahlen aussenden kann.

Dieses Resultat steht in Übereinstimmung mit den Befunden des einen von uns [1]), nach denen der aktive Niederschlag des Aktiniums im Gegensatz zu dem des Thoriums nur eine Sorte von α-Strahlen emittiert.

Unter dieser Voraussetzung muß natürlich die Abfallskurve für den aktiven Niederschlag des Aktiniums verschieden sein, je nachdem man die α-Strahlen oder die β-Strahlen zur Untersuchung verwendet.

Liegt ein Präparat vor, das so lange exponiert war, daß die Produkte im Gleichgewicht sind, so erfolgt der Abfall der α-Aktivität, da für diese Aktinium C nicht in Betracht kommt, nach der Gleichung [2]):

$$Q = \frac{n}{\lambda_1 - \lambda_2}\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}e^{-\lambda_2 t} - e^{-\lambda_1 t}\right).$$

Anders, wenn der Abfall der β-Aktivität zur Messung gelangt. Hier sind drei Produkte in Betracht zu ziehen, von denen zwei β-Strahlen abgeben. Da diese β-Strahlen nicht gleichwertig sind und über ihre Beteiligung an der Ionisierung im Elektroskop nichts bekannt ist, so muß man sich hier wieder durch Abblenden der weichen β-Strahlen des Aktinium A leichter berechenbare Verhältnisse herstellen. Es liegen dann drei Produkte im Gleichgewicht vor, von denen nur das dritte ionisierend wirkt. Der für diesen Fall anwendbare Ausdruck hat die Form:

$$R = n_0\left(ae^{-\lambda_1 t} + be^{-\lambda_2 t} + ce^{-\lambda_3 t}\right).$$

1) O. Hahn, diese Zeitschr. **7**, 557—563, 1906.
2) Rutherford, Radioaktivität: S. 343, 1907

Hierbei ist:

$$a = \frac{\lambda_2}{(\lambda_1 - \lambda_2)\cdot(\lambda_1 - \lambda_3)},$$

$$b = \frac{-\lambda_1}{(\lambda_1 - \lambda_2)\cdot(\lambda_2 - \lambda_3)},$$

$$c = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_3(\lambda_1 - \lambda_3)\cdot(\lambda_2 - \lambda_3)}.$$

λ_1, λ_2, λ_3 sind die dem Aktinium *A*, *B* und *C* beziehungsweise zukommenden Zerfallskonstanten.

Die auf diese Weise konstruierten theoretischen Kurven, die auf den gleichen Anfangswert umgerechnet sind, zeigt Fig. 5, und zwar entspricht die Kurve α dem theoretischen Abfall der α-Aktivität, die Kurve β dem der β-Aktivität.

Um diese Kurven experimentell zu prüfen, wurden bis zum Gleichgewicht induzierte Bleche einmal im α- und einmal im β-Elektroskop zur Messung gebracht.

Die Kreise zeigen die für die β-Aktivität, die Kreuzchen die für die α-Aktivität gefundenen Werte; die Aktivität zur Zeit 0 ist in beiden Fällen gleich gesetzt.

Man erkennt, daß die Kreuzchen sich befriedigend dem Verlauf der α-Kurve, die Kreise dem der β-Kurve anschließen. Die Werte von 21—28 Min. liegen zwar unterhalb der theoretischen Kurve, doch beträgt die größte Abweichung nur 4 Proz.

Noch ausgesprochenere Unterschiede in dem Verhalten der α- und β-Aktivität sollte man bei kurzer Expositionsdauer erwarten. Insbesondere sollten ganz kurze Expositionen einen viel längeren Anstieg der β-Aktivität als der α-Aktivität zeigen. Hier ergaben sich aber Schwierigkeiten. Wurde beispielsweise 1 Min. lang exponiert, so nahm zwar die α-Aktivität etwas zu, die β-Aktivität hingegen nahm rasch ab, blieb dann kurze Zeit konstant und verschwand schließlich mit der Periode des Aktinium *A*. Der Grund hierfür ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß die schnell zerfallenden Produkte des aktiven Niederschlags in der Luft schweben und sich bei Anlegen des Feldes auf der negativ geladenen Elektrode sammeln. Dieser Effekt ist am deutlichsten, wenn vor Beginn der Exposition kein Feld angelegt war. Auf diesen Umstand hat Miß Brooks[1]) hingewiesen, als sie die Anstiegskurven für den aktiven Niederschlag von Thorium und Aktinium bei verschiedenen Expositionszeiten aufnahm.

Wir haben diese störende Erscheinung dadurch verringert, daß wir Drähte induzierten, die in das Induktionsgefäß hineingebracht werden konnten, ohne daß das angelegte Feld unterbrochen werden mußte. Für ganz kurze Expositionszeiten war aber auch hier der Erfolg nicht zufriedenstellend, weshalb wir von der Wiedergabe der bei kurzen Expositionen erhaltenen Kurven absehen.

1) Phil. Mag. 1904, S. 273 ff.

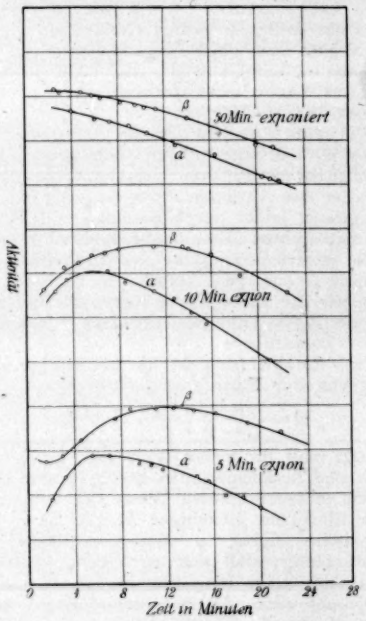


Fig. 6.

In der Fig. 6 sind die bei verschiedener Expositionsdauer gleichzeitig aufgenommenen Kurven für die α- und β-Aktivität wieder gegeben. Die mit α bezeichnete Kurve bezieht sich auf die α-Aktivität, die mit β bezeichnete auf die β-Aktivität.

In der β-Kurve des 5 Min. lang exponierten Präparates erkennt man noch einen sehr geringen Abfall, von überschüssigem Aktinium *C* herrührend. Die Aktivität nimmt dann bedeutend zu und erreicht ein Maximum nach etwa 12 Min., während das Maximum der entsprechenden α-Kurve schon nach ungefähr 5 Min. erreicht ist.

Ähnliche Verhältnisse liegen bei den Kurven vor, die der Exposition von 10 Min. entsprechen, nur daß hier das Maximum der β-Aktivität im Einklang mit der Theorie etwas früher eintritt.

Die Exposition von 50 Min. entspricht schon nahezu dem Gleichgewichtszustand, so daß die Unterschiede in den beiden Kurven nicht mehr so ausgeprägt sind.

Es stehen also auch die Versuche bei verschiedenen Expositionszeiten mit der Forderung,

daß das β-strahlende Aktinium C den letzten der drei Bestandteile des aktiven Niederschlags vorstelle, in guter Übereinstimmung.

Zusammenfassung der Resultate.

Die in dieser Arbeit gewonnenen Versuchsergebnisse sind:

1. Der aktive Niederschlag des Aktiniums besteht aus drei wohl charakterisierten schnell zerfallenden Produkten Aktinium A, B und C.

2. Das neue Produkt Aktinium C wurde auf verschiedene Weise von Aktinium A getrennt hergestellt und seine Zerfallsperiode zu 5,10 Min. bestimmt. Es sendet die bis jetzt dem Aktinium B zugeschriebenen $\beta(+\gamma)$-Strahlen aus, emittiert aber keine α-Strahlen.

3. Die α-Strahlen des aktiven Niederschlags rühren nur vom Aktinium B her. Dieses wurde getrennt von Aktinium A hergestellt und sein Abfall durch direkte Messung neu bestimmt. Die Periode ergab sich zu 2,15 Min. in voller Übereinstimmung mit dem von Bronson berechneten Wert.

4. Die Reihenfolge der Produkte wurde aus Anstiegskurven von ursprünglich Aktinium C-freiem Aktinium B festgestellt.

Der aktive Niederschlag des Aktiniums besteht also aus folgenden Produkten:

Produkt	Strahlen	Periode
Aktinium A	β (sehr leicht absorbierbar)	36 Min.
„ B	α	2,15 „
„ C	$\beta(+\gamma)$	5,10 „

5. Die theoretische β-Kurve für den Anstieg ursprünglich Aktinium C-freien Aktinium B, ebenso die für die α- und β-Aktivität des aktiven Niederschlags im Gleichgewicht wurden mit den experimentell erhaltenen verglichen und in guter Übereinstimmung befunden.

Berlin, Chem. Inst. d. Universität.

(Eingegangen 28. August 1908.)

Die Strahlung des Uran-X.

Von M. Levin.

In einer früheren Arbeit[1]) ist gezeigt worden, daß das Uran-X neben den durchdringenden β- und γ-Strahlen noch leichter absorbierbare β-Strahlen besitzt, daß es jedoch keine α-Strahlen aussendet, deren Ionisierungsbereich größer als 2 mm ist. Der Schluß, daß das Uran-X keine α-Strahlung besitzt, ließ sich sowohl aus Versuchen über die Absorption der Strahlen durch Metallfolien, wie aus der Untersuchung der Strahlen nach der Braggschen Methode ziehen. Die nach der letzteren Methode erhaltenen Kurven zeigten alle eine gemeinsame Eigentümlichkeit, einerlei ob die Strahlenquelle mit einer absorbierenden Metallschicht bedeckt war oder nicht, und unabhängig davon, ob der Strahlenkegel einen engen oder weiten Öffnungswinkel besaß. Mit abnehmender Entfernung zwischen Strahlenquelle und Ionisationsraum nimmt nämlich die Ionisierung pro Zentimeter zu, erreicht ein Maximum und fällt bei weiterer Verminderung des Abstandes rapid ab. Aus dem gleichbleibenden Charakter der Kurven bei Variierung der Versuchsbedingungen ergab sich, daß die Existenz des Maximums auf den Kurven nicht durch die Annahme einer α-Strahlung zu erklären war. Welche Umstände das Auftreten des Maximums bedingen, ist in der früheren Arbeit nicht untersucht worden; im folgenden soll gezeigt werden, daß die Form der Kurven auf Diffusionsvorgänge zurückzuführen ist.

Mit Rücksicht auf die verhältnismäßig schwache Intensität der durch die Strahlen des Uran-X hervorgebrachten Ionisation war bei den früheren Versuchen als unterer Abschluß des Ionisationsraumes ein zur Erde abgeleitetes Drahtnetz von 0,22 cm Maschenweite gewählt worden. Um zu untersuchen, wie die Anzahl der Ionen, welche aus dem unmittelbar über der Strahlenquelle befindlichen Raum in den eigentlichen Ionisationsraum gelangen, durch die Maschenweite des Drahtnetzes beeinflußt wird, wurden außer dem ursprünglichen Drahtnetze solche von 1 cm, bezw. 0,05 cm Maschenweite und eine Aluminiumfolie von 0,00005 cm Dicke verwandt. Um zu verhüten, daß Ionen aus dem unteren Raum in den eigentlichen Ionisationsraum hineingelangen, haben Bragg und Kleeman[1]) unter dem den Ionisationsraum abschließenden, zur Erde abgeleiteten Drahtnetz ein zweites angebracht, das mit dem einen Pol einer Batterie verbunden war, deren anderer Pol zur Erde abgeleitet wurde; die Einschaltung dieses elektrischen Feldes verhinderte den störenden Eintritt von Ionen in den Ionisationsraum in befriedigender Weise. Eine derartige Anordnung war für den vorliegenden Fall wegen der starken Einwirkung eines elektrischen Feldes auf die leicht absorbierbaren Strahlen des Uran-X nicht zweckmäßig.

Die Versuchsresultate sind in den Fig. 1 und 2, in denen als Ordinaten die Ionisationsstärken in willkürlichen Massen, als Abszissen die Abstände zwischen Strahlenquelle und Ionisationsraum in Zentimetern aufgetragen sind, graphisch dargestellt. Bei den in den Kurven 1, 2, 3 (der Fig. 1) wiedergegebenen Versuchen wurden Drahtnetze von den Maschenweiten 1 cm bezw.

1) Diese Zeitschr. **8**, 585, 1907.

1) Bragg und Kleeman, Phil. Mag. **10**, 318, 1905.

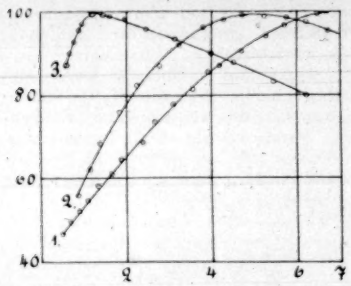


Fig. 1.

0,22 cm und 0,05 cm verwandt. Wie aus der Figur hervorgeht, wird die Lage und der Charakter des Maximums der Ionisation durch die Maschenweite und somit durch die Anzahl der aus dem unteren Raum in den Meßraum gelangenden Ionen bestimmt. Bei zunehmender Dichte des Drahtnetzes verschiebt sich das Maximum zu kleineren Abständen, und prägt sich gleichzeitig schärfer aus. Die anfänglich sehr schnelle Zunahme der Ionisation, wie sie Kurve 3 der Fig. 1 zeigt, könnte zunächst die Vermutung erwecken, als ob dieser Anstieg durch den Eintritt von α-Strahlen in den Ionisationsraum bedingt wäre. Daß diese Erklärung nicht zutreffen kann, geht jedoch aus Kurve 1 der Fig. 2 hervor, bei der ebenfalls ein Drahtnetz von 0,05 cm Maschenweite gebraucht wurde, das Präparat jedoch mit einer Zinnfolie von solcher Dicke (0,00165 cm) bedeckt war, daß α-Strahlen von dem in Frage kommenden Ionisierungsbereich völlig absorbiert wurden. Die Gestalt der Kurven kann also nicht durch α-Strahlen bedingt sein.

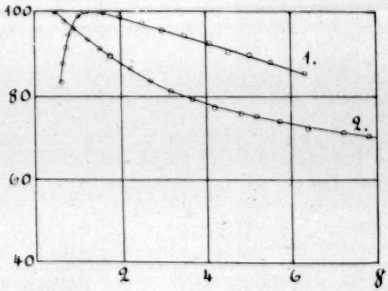


Fig. 2.

Bei den durch Kurve 2 der Fig. 2 wiedergegebenen Versuchen diente Aluminiumfolie der oben erwähnten Dicke, welche den Ionisierungsbereich von α-Strahlen nur um etwa 1 mm verkleinern würde, als unterer Abschluß des Ionisationsraumes. Der Charakter dieser Kurve ist von dem der anderen völlig verschieden. Die Ionisation nimmt mit wachsendem Abstand zwischen Strahlenquelle und Ionisationsraum ab, ohne daß auch bei sehr kleinen Abständen für das Vorhandensein eines Maximums eine Andeutung sich ergäbe, da die Abnahme zunächst schnell, bei größeren Abständen aber sehr viel langsamer erfolgt.

Diese Form der Kurve ist zu erwarten, wenn das Uran-X leicht absorbierbare β-Strahlen aussendet, und daher die Ionisation in geringen Abständen von dem Präparat besonders stark abnimmt; dieses Verhalten der Ionisation als Funktion des Abstandes befindet sich auch in Übereinstimmung mit den früheren Absorptionsversuchen.

Die bei den anderen Kurven zu beobachtende, anfängliche Zunahme der Ionisation ist wohl so zu erklären, daß bei wachsendem Abstande zwischen Strahlenquelle und Ionisationsraum der Raum, aus dem die Ionen an die mit dem Goldblatt des Elektroskops verbundene obere Elektrode getrieben werden, und damit die Zahl der zur Entladung gelangenden Ionen selbst größer wird. Bei großen Abständen reicht die Stärke des elektrischen Feldes nicht mehr aus, um alle Ionen vor ihrer Wiedervereinigung in den Ionisationsraum zu ziehen. Die Zahl der aus dem Außenraum in den Ionisationsraum gelangenden Ionen müßte sich also, wenn die Ionisation pro Zentimeter konstant wäre, einem konstanten Grenzwert nähern. Es rückt jedoch die in der Nähe der Strahlenquelle gelegene stark ionisierte Schicht immer weiter von dem Ionisationsraum fort, und die Strahlen erfahren mit wachsender Größe des in der Luft zurückgelegten Weges eine stetig zunehmende Schwächung ihrer Wirksamkeit. Diese Umstände wirken zusammen, um die Abnahme der Ionisation hervorzubringen. Der Einfluß des zuletzt erwähnten Effektes ist bei großen Abständen, wo fast nur noch die wenig absorbierbaren β-Strahlen den Ionisationsraum erreichen, sehr gering; bei Verwendung von Aluminiumfolie als Abschluß des Ionisationsraumes verlief dementsprechend, wenn das Präparat selbst mit so viel Aluminiumfolie bedeckt war, daß alle wenig durchdringenden Strahlen in ihr absorbiert wurden, die Ionisationskurve bei Verwendung eines engen Strahlenkegels fast horizontal.

Bei Verwendung der dünnen Schicht eines α-Strahlen aussendenden radioaktiven Stoffes als Strahlenquelle ist ein Effekt der hier besprochenen Art, der sich z. B. darin äußern würde, daß die Ionisierungskurve eines einheitlichen Stoffes von großem Ionisierungsbereich bei kleinen Abständen und mit abnehmender

Entfernung zwischen Strahlenquelle und Ionisationsraum eine Tendenz zur Zunahme der Ionisation zeigte, bisher nicht beobachtet worden, auch wenn kein elektrisches Schutzfeld angebracht worden war. Wie bei den β-Strahlen wird auch bei α-Strahlen mit wachsendem Abstand zwischen Strahlenquelle und Ionisationsraum bei Verwendung eines Drahtnetzes als Abschluß des Ionisationsraumes die Zahl der zur Entladung gelangenden Ionen infolge der Vergrößerung des ionisierten Raumes zunehmen. Andererseits vollzieht sich jedoch die Wiedervereinigung der Ionen infolge der durch α-Strahlen hervorgebrachten größeren Ionisation sehr viel schneller als bei den zur Untersuchung gelangten, relativ schwachen Ionisationen durch β-Strahlen. Der Prozentsatz der aus dem Außenraum stammenden Ionen muß daher bei α-Strahlen kleiner und der Einfluß einer Vergrößerung des ionisierten Außenraumes geringer sein, als bei β-Strahlen. Ferner nimmt bei einem α-Strahlenprodukt die Ionisation pro Längeneinheit des Abstandes nicht wie bei den Strahlen des Uran-X ab, sondern zunächst zu. Die Zahl der aus dem Außenraum in den Ionisationsraum gelangenden Ionen wird also nicht, wie bei dem Uran-X, mit zunehmender Entfernung ein Maximum erreichen, dessen Lage von der Maschenweite in hohem Maße abhängig ist, und dann abnehmen, sondern bis zu dem Maximum der Ionisierungsstärke pro Zentimeter der α-Strahlen zunehmen, und dann erst abnehmen. Der Effekt der Diffusion der Ionen wird also im allgemeinen bei den α-Strahlen wesentlich darin bestehen, die Ionisations-Abstandskurve nach der Seite größerer Ionisationen zu verschieben.

Bei der Untersuchung des Ionisierungsbereiches der α-Strahlen von schwach aktiven Präparaten dürfte die Verwendung von dünner Aluminiumfolie, die z. B. mit Hilfe eines Poloniumpräparates leicht zu eichen wäre, als Abschluß des Ionisationsraumes empfehlenswerter sein, als die Verwendung eines schützenden elektrischen Feldes, da die α-Strahlen die Aluminiumfolie, ohne irgendeine Schwächung zu erfahren, passieren, während zwei engmaschige Drahtnetze einen sehr großen Teil der α-Strahlen völlig absorbieren. Bei der Untersuchung emanierender Substanzen dürfte gleichfalls die Verwendung von Aluminiumfolie der eines Drahtnetzes vorzuziehen sein.

Göttingen, 28. August 1908. Institut für physikalische Chemie.

(Eingegangen 29. August 1908.)

Über die Wiedervereinigung von Gasionen.

Von G. Rümelin.

§ 1. Ein im ionisierten Zustande befindliches Gas verliert, wenn der Ionisator plötzlich auf dieses einzuwirken aufhört, nicht momentan seine Leitfähigkeit, sondern allmählich; die Abnahme der Ionenzahl im ccm nach dem Erlöschen der ionisierenden Wirkung ist zwei Ursachen zuzuschreiben, der Wiedervereinigung positiver und negativer Ionen und der Diffusion der Ionen nach Oberflächen hin, an denen sie ihre Ladung abgeben. Spielt die Diffusion keine Rolle, so nimmt, wie Rutherford[1]) zuerst experimentell gezeigt hat, die Ionenzahl ab nach dem Gesetz:

$$\frac{dn}{dt} = \alpha n^2; \quad \frac{1}{n} - \frac{1}{n_0} = \alpha t. \qquad (1)$$

n_0 = Ionenzahl im ccm zur Zeit $t = 0$,
n = Ionenzahl im ccm zur Zeit t.

Die zur Bestimmung von α, dem Koeffizienten der Wiedervereinigung benutzten Methoden lassen sich, wie die von F. Harms[2]) gegebene Übersicht zeigt, einteilen

1. in solche, bei denen das Wiedervereinigungsgesetz (1) direkt geprüft, d. h. die Abnahme der Ionenzahl mit der Zeit gemessen und daraus die Konstante α berechnet wird;

2. Methoden, bei denen α aus der Ionenkonzentration im Gleichgewichtszustande n_0 und der Ionisierungsstärke q bestimmt wird; für den Gleichgewichtszustand gilt bekanntlich die Beziehung:

$$q = \alpha n_0^2. \qquad (2)$$

q = Zahl der Ionenpaare, erzeugt im ccm per Sek.

3. Methoden, bei denen α aus der Gestalt der Sättigungsstromkurve berechnet wird; endlich

4. Methoden, bei denen Beziehungen zu anderen Ionenkonstanten zur Berechnung von α benutzt werden.

Wie die Abnahme nach dem Erlöschen der Wirkung des Ionisators ist auch der Anstieg der Ionenzahl nach dem Einsetzen der ionisierenden Wirkung von 0 auf den der Stärke des Ionisators entsprechenden Grenzwert n_0 ein allmählicher; der Verlauf des Anstiegs ist ebenfalls von der Konstanten abhängig. Langevin[3]) hat darauf hingewiesen, daß die Hauptfehlerquelle bei Wiedervereinigungsversuchen, die Diffusion der Ionen, den Anstieg der Ionenzahl in weit geringerem Maße beeinflußt als den Grenzwert n_0 und das Abnehmen von diesem Grenzwert, wenn der Ionisator aufhört

1) Phil. Mag., Nov. 1897.
2) Jahrb. d. Rad. u. Elektronik **3**, 321, 1906.
3) Journ. de phys. **4**, 322, 1905.

zu wirken. Es hat dies darin seinen Grund, daß die Diffusion im Vergleich zur Wiedervereinigung ein sehr langsam verlaufender Vorgang ist, so daß kurze Zeit nach Beginn der ionisierenden Wirkung die Ionenkonzentrationen noch nicht merklich durch Diffusion geändert worden sind.

Der Zweck der Versuche, über die hier berichtet werden soll, war, eine Methode zur Bestimmung von α aus dem Ansteigen der Ionenkonzentration auszuarbeiten.

§ 2. Werden in dem Gasraum von dem Zeitpunkt $t=0$ an q Ionenpaare per ccm erzeugt, dann gilt:

$$\frac{dn}{dt} = q - \alpha n^2$$

oder integriert:

$$n = \sqrt{\frac{q}{\alpha}} \frac{e^{2\sqrt{q\alpha}t} - 1}{e^{2\sqrt{q\alpha}t} + 1}. \qquad (3)$$

Diese von Rutherford[1]) abgeleitete Beziehung gibt den Anstieg der Ionenzahl im ccm, wenn zur Zeit $t=0$ das Gas überhaupt nicht ionisiert war. Diese Formel behält ihre Gültigkeit, wenn die zur Zeit $t=0$ vorhandenen Ionen durch eine hinreichende Potentialdifferenz so schnell entfernt werden, daß die von ihnen in 1 Sek. zurückgelegte Wegstrecke groß ist gegenüber den Dimensionen des betrachteten Volumens in der Richtung der angelegten EMK. Hört nämlich zur Zeit $t=0$ diese EMK. auf zu wirken, so werden sich in irgendeinem Volumteil in diesem Zeitpunkt die Ionen vorfinden, die um so viel früher erzeugt worden sind, daß sie gerade den Weg von ihrer Erzeugungsstelle bis zu dem betrachteten Volumteil zurückgelegt haben. Durch Erhöhung der Geschwindigkeit der Ionen, also Erhöhung der EMK., läßt sich das Zeitintervall, währenddessen die Ionen erzeugt werden, die nicht abgeschieden werden, und damit die Anfangskonzentration beliebig herabdrücken.

Läßt man den Ionisator dauernd wirken und die Ionen von $t=0$ bis $t=t_1$ sich ansammeln, ohne sie durch eine EMK. zu bewegen, um sie hierauf durch eine t_2 Sek. wirkende Sättigungspotentialdifferenz gegen eine Auffangelektrode zu treiben, so schlägt sich per ccm die Elektrizitätsmenge

$$E = \varepsilon \left| \sqrt{\frac{q}{\alpha}} \frac{e^{2\sqrt{q\alpha}t_1} - 1}{e^{2\sqrt{q\alpha}t_1} + 1} + q t_2 \right| \qquad (4)$$

ε = Ladung eines Ions.

nieder. Würde man t_2 konstant lassen, t_1 variieren, so wäre dadurch die Möglichkeit gegeben, Gleichung (3) experimentell zu prüfen und daraus α zu berechnen.

1) loc. cit.

Es ist jedoch experimentell einfacher, t_1 und t_2 so zu variieren, daß t_1 und t_2 in konstantem Verhältnis stehen. Diese Bedingung kann dadurch realisiert werden, daß eine Kontaktfeder auf einem in zwei Sektoren geteilten Metallring schleift, wobei die Sektoren auf den Potentialen 0 bezw. $+V$ gehalten werden. Die Variation von t_1 und t_2 wird dann einfach durch Änderung der Umlaufsgeschwindigkeit des Kontaktringes bewirkt.

Setzt man $t_1 + t_2 = t$ (Umlaufszeit), $t_2 = \gamma t$ (Apparatkonstante), $\frac{1}{t} = s$ (Anzahl der Umdrehungen pro Sek.) und führt die der Umdrehungsgeschwindigkeit proportionale Hilfsvariable

$$x = \frac{s}{2(1-\gamma)\sqrt{q\alpha}}$$

ein, so erhält man aus (4):

$$E = \varepsilon \left[\sqrt{\frac{q}{\alpha}} \frac{e^{\frac{1}{x}} - 1}{e^{\frac{1}{x}} + 1} + \frac{\gamma q}{s} \right]$$

für die bei einer Umdrehung aus 1 ccm enthaltene Elektrizitätsmenge. Im Volumen V erhält man daher in 1 Sek. $E \cdot s \cdot V$ oder

$$i = \varepsilon q \cdot V \cdot \left[x \frac{e^{\frac{1}{x}} - 1}{e^{\frac{1}{x}} + 1} \cdot 2(1-\gamma) + \gamma \right]. \qquad (5)$$

Da der Sättigungsstrom durch $\mathfrak{J} = \varepsilon q V$ gegeben ist, läßt sich (5) schreiben:

$$\frac{i/\mathfrak{J} - \gamma}{2(1-\gamma)} = x \frac{e^{\frac{1}{x}} - 1}{e^{\frac{1}{x}} + 1}. \qquad (6)$$

Unter der Voraussetzung homogener Ionisation und der Gültigkeit des Wiedervereinigungsgesetzes (1) müssen sich die Beobachtungen durch diesen Ausdruck darstellen lassen.

Die Funktion

$$x \frac{e^{\frac{1}{x}} - 1}{e^{\frac{1}{x}} + 1}$$

ist für kleine Werte von x durch x zu ersetzen, da der Bruch angenähert den Wert 1 hat. Für größere Werte von x wächst die Funktion langsamer und nähert sich asymptotisch dem Wert $^1/_2$. Wir haben also zu erwarten, daß die bei niederen Umdrehungsgeschwindigkeiten aufgefangenen Elektrizitätsmengen linear von derselben abhängen.

Bei höherer Umdrehungszahl müssen die Elektrizitätsmengen langsamer wachsen; für den Grenzwert für unendlich rasche Umdrehung erhalten wir aus (6), daß $i = \mathfrak{J}$ sein muß, d. h. wir müssen den Sättigungsstrom erhalten, wenn wir eine Sättigungspotentialdifferenz nicht ein

für allemal anlegen, sondern intermittierend sehr rasch hintereinander, während in den Zwischenzeiten keine EMK. auf die Ionen wirken.

Lassen wir in (6) den Faktor

$$\frac{e^{x}-1}{e^{\frac{1}{x}}-1}$$

weg und ersetzen x wieder durch seinen Wert, so erhalten wir

$$i/\mathfrak{J}-\gamma=\frac{s}{V q a}$$

oder, wenn ϑ die Steigung der $i/\mathfrak{J}$, s-Kurven bedeutet:

$$\frac{a}{\varepsilon}=\frac{V}{\mathfrak{J}}\operatorname{ctg}^2\vartheta. \qquad (7)$$

Diese Formel gilt nur für den geradlinigen Teil der Kurven, es müssen aber die experimentellen Werte der Gleichung (6) Genüge leisten, wenn in x der aus 7 berechnete Wert für $\frac{a}{\varepsilon}$ eingesetzt wird.

§ 3. Fehlerquellen. Bei der Ausführung der im vorigen Paragraphen angegebenen Methode sind folgende Fehlerquellen zu berücksichtigen:

Während der Zeit, in der die Ionen sich anhäufen, darf keine EMK. auf sie einwirken. Der im Versuchsgefäß fast stets auftretende Voltaeffekt v zwischen den Elektroden ist durch Kompensation an einem Kompensationsapparat unschädlich zu machen. Das Potential der mit dem Rotationsapparat verbundenen Elektrode wird dann nicht abwechselnd auf o und $+V$, sondern auf $-v$ und $\pm V$ gebracht. Die $i/\mathfrak{J}$, s-Kurven schneiden, wenn der Voltaeffekt nicht kompensiert wird, die $\frac{i}{\mathfrak{J}}$-Achse nicht im Punkte γ, wie die Theorie es verlangt, sondern höher oder tiefer, ebenso ist die Steigung des geradlinigen Teils der Kurve eine veränderte, da der Voltaeffekt die $\frac{i}{\mathfrak{J}}$-Werte um so stärker beeinflußt, je kleiner die Umdrehungszahl s ist.

Die Aufladegeschwindigkeit $\frac{dv}{dt}$ des isolierten Systems dient als Maß für die Stromstärken i und $\mathfrak{J}$; erhöht sich das Potential desselben, so wird die Geschwindigkeit der Aufladung infolge von Ladungsverlusten kleiner. Die gesuchte Größe ist der bezüglich dieser Verluste korrigierte Wert von $\frac{dv}{dt}$. Ist das isolierte System zur Zeit $t=0$ auf das Potential geladen und verstreicht die Zeit t Sek. bis zur Erreichung des Potentials v_0+v_1, $t+\tau$ Sek., während des Anstiegs von v_0+v_1 auf v_0+2v_1, so ist, wenn τ klein gegen t,

$$\frac{dv}{dt}\text{ korr.}=\frac{v_1}{t}\left(1+\frac{\tau}{2t}\left(1+2\frac{v_0}{v_1}\right)\right).$$

Diese Korrektion wurde dadurch möglichst herabgedrückt, daß die Aufladung nur bis ca. 0,25 V beobachtet wurde; immerhin betrugen bei starker Ionisation bei den i-Strömen, bei denen das Zurückfließen der aufgefangenen Ladung durch das ionisierte Gas erfolgte, die Korrektionen bis zu 4 Proz.; bei den Sättigungsströmen waren sie zu vernachlässigen.

Das Versuchsgefäß wirkt als Kondensator; infolge der Influenz sammelt sich auf der isolierten Elektrode die Elektrizitätsmenge $-CV$ an, wenn die mit dem Rotationsapparat verbundene Elektrode von o auf $+V$ geladen wird; das isolierte Quadrantenpaar erhält stoßweise eine positive Ladung, die die Elektrometernadel bei langsamer Umlaufsgeschwindigkeit nicht zur Ruhe kommen läßt.

Diese Influenzladung wird unschädlich gemacht durch eine Luftkondensatorkapazität, dessen eine Belegung mit der isolierten Elektrode des Versuchsgefäßes verbunden ist; mit Hilfe des Rotationsapparats wird dieser Belegung zu gleicher Zeit wie dem Meßgefäß eine Influenzladung erteilt, die der vorigen entgegengesetzt gleich ist.

§ 4. Apparat. Mit Berücksichtigung der im vorigen Paragraphen angegebenen Fehlerquellen ergab sich folgende, in nachstehender Fig. 1 schematisch dargestellte Anordnung:

Eine um ihre Achse drehbare Hartgummiwalze trägt 5 Ringe aus Messing, auf denen Kontaktfedern schleifen. Die Ringe 1, 3, 5

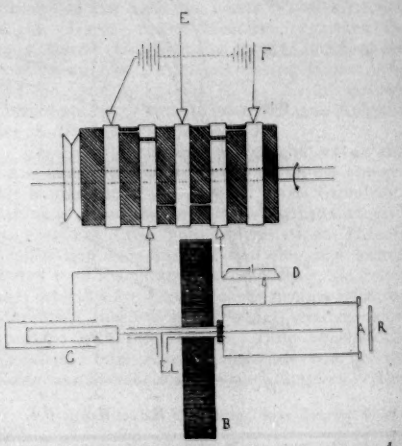


Fig. 1.

sind ungeteilt; auf den Ringen 2 und 4 durch parallel zur Achse gefräste Nuten-Sektoren von je $^1/_{10}$ des Umfangs von dem übrigen Teil der Ringe isoliert. Die Kontaktfedern der Ringe 2 und 4 passieren die Trennungsstellen gleichzeitig. Ring 3 ist mit den beiden großen, 1 und 5 mit je einem der kleinen Segmente der Ringe 2 und 4 verbunden.

Ring 3 ist geerdet, Ringe 1 und 5 sind mittels einer Hochspannungsbatterie F auf konstanten entgegengesetzten Potentialen gehalten. Vermöge der Kontaktfedern von 2 und 4 wird zu gleicher Zeit im Meßgefäß das Feld angelegt und der zur Kompensation der Influenzladung dienende Kondensator C geladen. Zwischen Ring 4 und dem Meßgefäß ist eine isoliert aufgestellte Stromverzweigung D eingeschaltet, die zur Kompensation des Voltaeffekts in diesem dient. Ein Bleischirm B hält die durchdringende Strahlung von den außerhalb des Meßgefäßes befindlichen isolierten Apparatteilen ab.

A = Aluminiumfenster des Meßgefäßes,
B = Bleischirm,
C = Kondensator variabler Kapazität,
D = Kompensationseinrichtung,
E = Erdleitung,
El = Elektrometerleitung,
F = Hochspannungsbatterie.

Es wurden nach der angegebenen Methode zunächst Messungen an trockener, staubfreier Luft von Atmosphärendruck angestellt, wobei verschiedene Ionisierungsstärken und verschiedene Arten der Ionisierung in Anwendung kamen.

Fig. 2 stellt einige der erhaltenen Resultate graphisch dar. Kurve A bezieht sich auf Ionisierung durch α-Strahlen von Radium, das in dünner Schicht auf einer Elektrode durch Eindampfen einer $RaBr_2$-Lösung niedergeschlagen war. Kurve B wurde erhalten mit einer dicken Schicht Uranoxyd als Strahlenquelle. Bei Kurve C erfolgte die Ionisation durch $\beta + \gamma$-Strahlen von 1 mgr $RaBr_2$, das, in Glasröhrchen eingeschmolzen, durch ein Al-Fenster in das Meßgefäß strahlte.

Die Messungen stehen mit der Theorie insofern in Einklang, als die Kurven unabhängig von dem Vorzeichen der aufgefangenen Ladung und unabhängig von dem Elektrodenabstand sind. Ebenso ist der lineare Anstieg der $i/\mathcal{J}$, s-Kurven mit der Umdrehungsgeschwindigkeit

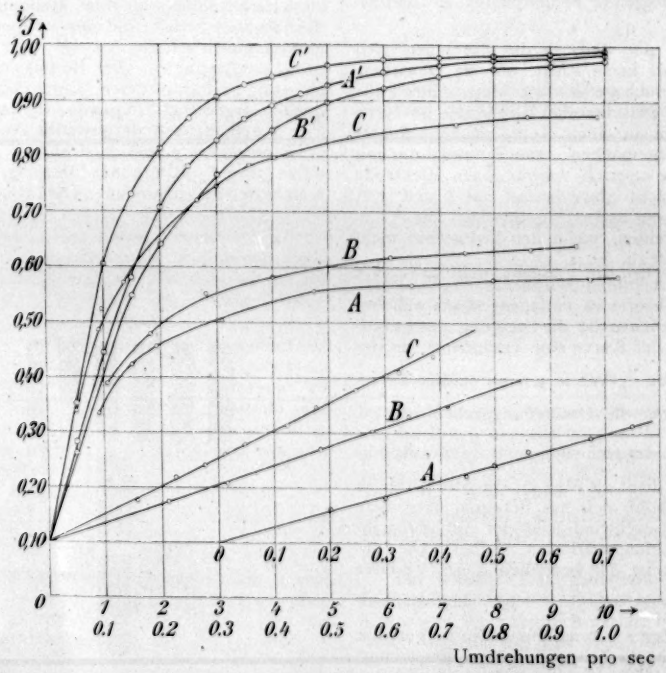


Fig. 2.

vorhanden. Eine Diskrepanz zeigt sich jedoch bei höheren Geschwindigkeiten, indem alle erhaltenen Kurven tiefer liegen, als sich nach Gleichung (6) aus der Anfangssteigung berechnet. Zum Vergleich sind diese theoretischen Kurven A' B' C' mit gezeichnet.

Es frägt sich nun, wie diese Nichtübereinstimmung zwischen Theorie und Versuch zu erklären ist.

Eine naheliegende Annahme wäre die, daß unter den erzeugten Ionen schwerer bewegliche vorhanden sind, für welche die Zeit, während der die EMK. wirkt, zur Abscheidung an der Auffangelektrode nicht ausreicht. Bei Ionen normaler Beweglichkeit ist dies bei den verwendeten Dimensionen und Spannungen ausgeschlossen. In diesem Falle müßte Erhöhung der EMK. die Kurven erhöhen, was nicht zutrifft; bei 300 bis 1500 Volt/cm ergab sich kein Unterschied der Kurven. Sehr träge Ionen, wie Langevin[1]) sie gefunden hat, müßten sich naturgemäß der Beobachtung entziehen, da das Auffangen aller in dem Gefäß enthaltenen derartigen Ionen in sehr kurzer Zeit enorme Feldstärken beanspruchen würde.

Bragg und Kleeman[2]) haben festgestellt, daß die Gestalt der Sättigungsstromkurven bei gleich starker Ionisierung eine verschiedene ist, je nachdem α- oder β-Strahlen als Ionisator wirken. Bei einer Feldstärke, die bei β-Ionisierung 95 Proz. Sättigung hervorbringt, ist der durch das gleichstark durch α-Strahlen ionisierte Gas fließende Strom erst ca. 70 Proz. des Sättigungsstromes.

Das Anwachsen des Stromes bei starken elektrischen Feldern schreiben Bragg und Kleeman halbdissoziierten Molekülen zu, die erst unter der Mitwirkung starker elektrischer Felder in Ionen zerfallen. Bei der Ionisierung durch α-Strahlen sind jedenfalls sehr viel mehr solcher halbdissoziierter Moleküle vorhanden, als im Falle der β- und γ-Ionisierung. Durch die Annahme solcher halbdissoziierter Ionen lassen sich die beschriebenen Versuche wohl erklären, indem die Differenzen zwischen beobachteten und theoretischen Kurven eben den halbdissoziierten Molekülen zuzuschreiben sind, die bei der Messung des Sättigungsstromes J mit gemessen werden, bei der Messung von i dagegen nur zu einem Teil (10 Proz.) während der Dauer der Stromstöße.

Berechnet man für die drei als Beispiel angegebenen Kurven die Konstante α, so ergibt sich folgende Übersicht:

V	J	ctg	α/ϵ	Strahlenquelle
166,0 ccm	0,484 ESE.	3,52	4240	α-Strahlung von $RaBr_2$
194,9 „	0,131 „	1,98	5820	$\beta+\gamma$-Strahlg. „ „
156,0 „	0,105 „	2,86	12100	α-Strahlg. von Uranoxyd

1) Comptes rendus **140**, 232, 1905.
2) Phil. Mag., Mai 1906.

Der Wert 4240 für starke Ionisierung stimmt mit dem von Retschinsky unter ähnlichen Versuchsbedingungen erhaltenen, 4140, überein; von einer Übereinstimmung untereinander ist keine Rede, es ist dies wohl auch nicht zu erwarten, da die Anfangswiedervereinigung bei den Kurven eine verschieden große Rolle spielt. Die bei der Urankurve erhaltene Zahl ist vielleicht dadurch entstellt, daß die ionisierte Luft Staubteile enthielt, die von dem Uranoxyd herrührten.

Herrn Professor Rutherford danke ich herzlichst für die Anregung und Anleitung zum Arbeiten auf diesem Gebiet; ebenso danke ich Herrn Geheimrat Himstedt für wertvolle Ratschläge bei der Fortsetzung dieser Arbeit im hiesigen Institut.

Freiburg i. B., Physikalisches Institut.

(Eingegangen 7. September 1908.)

Weitere Beobachtungen über die Fluoreszenz organischer Substanzen.

Von J. Stark und W. Steubing.

§ 1. Einleitung. — Eine kürzlich in dieser Zeitschrift veröffentlichte experimentelle Untersuchung[1]) hat folgende Resultate ergeben. Die Absorption des Lichtes in den nach längeren Wellen laufenden Banden des Benzolringes ist begleitet von Fluoreszenz in diesen Banden und von Emission negativer Elektrizität. Die Absorption des Lichtes in den nach kürzeren Wellen laufenden Banden einiger Chromophore ist nicht begleitet von einer Fluoreszenz in diesen Banden, noch von einem lichtelektrischen Effekt. Dieses zweite Resultat negativen Inhalts wurde lediglich für zwei Chromophore gewonnen, nämlich für die Nitrogruppe (NO_2) und die Carbonylgruppe (CO). Es für weitere Chromophore zu prüfen, war die eine Aufgabe der vorliegenden Untersuchung.

Eine zweite wichtigere Aufgabe wurde der experimentellen Untersuchung durch die Theorie des Bandenspektrums gestellt, deren Grundzüge der eine von uns in früheren Mitteilungen[2]) gegeben hat. Die Folgerungen dieser Theorie decken sich zunächst mit den eingangs formulierten zwei Resultaten der Erfahrung; sie gehen aber auch in folgendem Satz, der in einer späteren Mitteilung ausführlich begründet werden wird, über die Erfahrung hinaus. Eine vollständige Emissions- oder Absorptionsbande von Valenzelektronen besteht aus einer nach längeren Wellen

1) J. Stark und W. Steubing, diese Zeitschr. **9**, 481, 1908.
2) J. Stark, diese Zeitschr. **8**, 81, 1907; **9**, 85, 487, 1908.

laufenden Bande („kurzwelligen Bande") und einer nach kürzeren Wellen laufenden Bande („langwelligen Bande"); diese zwei Banden sind in der Weise miteinander genetisch gekoppelt, daß die Absorption des Lichtes in der kurzwelligen Bande von einer Fluoreszenz in der konjugierten langwelligen Bande begleitet ist.

Für die experimentelle Prüfung dieser theoretisch vorausgesagten merkwürdigen Verkoppelung zweier Absorptionsbanden waren folgende Fälle zu erwägen. Benzol besitzt im zugänglichen Ultraviolett Absorptionsbanden, die nach längeren Wellen laufen; die konjugierten „langwelligen" Banden liegen vermutlich im Ultrarot. Da in diesem Gebiete des Spektrums die Beobachtungsmethoden relativ wenig empfindlich sind, so sahen wir von der Untersuchung des Benzols unter dem neuen Gesichtspunkt ab. Beim Benzolring geht die Verschiebung der Absorptionsbanden der gelockerten Valenzelektronen am weitesten nach längeren Wellen, da in ihm drei Äthylengruppen eng zusammengebunden sind; gleichwohl liegen die kurzwelligen Banden des Benzols noch weit im Ultraviolett (233—271 $\mu\mu$). Bei denjenigen organischen Substanzen, welche nur eine chromophore Gruppe oder zwar mehrere, aber weniger dicht als im Benzol gelagerte Gruppen enthalten, liegen die „langwelligen" Absorptionsbanden der gelockerten Elektronen im sichtbaren oder zugänglichen ultravioletten Spektrum. Es war darum zu vermuten, daß die konjugierten „kurzwelligen" Banden im äußersten eben noch zugänglichen oder noch weiter im unzugänglichen Ultraviolett liegen. Wenn uns auch die zweite Möglichkeit als wahrscheinlicher vorkam, so hielten wir es doch nicht für ausgeschlossen, daß sich organische Substanzen finden liessen, deren in das sichtbare Spektrum hineinreichende langwellige Banden dadurch zur Fluoreszenz sich anregen lassen, daß man in Banden, die im äußersten Ultraviolett liegen, Licht zur Absorption bringt.

§ 2. Methoden. — Als Lichtquelle zur Erregung der Fluoreszenz konnte für den angestrebten Zweck nicht mehr die Quecksilberlampe aus Quarzglas in Betracht kommen. Der *Hg*-Lichtbogen besitzt nämlich zwar unterhalb λ 250 $\mu\mu$ noch eine Reihe von Linien[1]), sogar noch bei λ 194 $\mu\mu$ eine Linie; indes sind diese alle wenig intensiv. Dagegen emittiert Aluminium im kondensierten Funken bei λ 199, 194, 186 und 185 $\mu\mu$ lichtstarke Linien. Um intensives Licht im äußersten Ultraviolett zur Absorption bringen zu können, wählten wir darum als Lichtquelle den Aluminiumfunken. Er wurde hergestellt zwischen zwei bis auf etwa 1 cm Abstand einander gegenüberstehenden dicken Stiften aus Aluminium; parallel zur Funkenstrecke waren vier mäßig große Leidener Flaschen geschaltet; als Induktorium wurde ein mittelgroßes Instrument verwendet, das für große sekundäre Stromstärke gebaut ist; es wurde mit 5 Ampere Wechselstrom von 80—100 Perioden betrieben.

Zur Beobachtung der Fluoreszenz diente in der vorliegenden Untersuchung nicht der Spektrograph. Da gerade nach einer Fluoreszenz im sichtbaren Spektrum gesucht werden sollte, so diente zu ihrem Nachweis die okulare Beobachtung. Diese erfordert eine viel kürzere Zeit als die photographische Methode und mußte auch aus folgendem Grunde gewählt werden. Die Resultate, welche bei einer längeren Bestrahlung mit dem kurzwelligen, chemisch sehr wirksamen Licht erhalten worden wären, würden nicht gegen den Einwand sicher sein, daß sie gefälscht sind durch eine chemische Umwandlung der bestrahlten Substanz.

Die okulare Beobachtung der Fluoreszenz erfolgte nach zwei Methoden. Die erste, die übliche, besteht darin, die Substanz, die sich in einem Reagenzglas aus Quarz befindet, vertikal von oben zu beleuchten und das horizontal ausgestrahlte Fluoreszenzlicht zu beobachten, während das Auge des Beobachters vor dem direkten Licht der Strahlungsquelle geschützt ist. Hierbei hat das erregende Licht, bevor es die zu untersuchende Flüssigkeit erreicht, im allgemeinen durch eine Dampfschicht oberhalb der Flüssigkeit zu gehen. Bei einigen Substanzen, nämlich Phoron, Dimethylfulven, Diphenylketen, ist nun bei Zimmertemperatur die Absorption der Wellenlängen, welche Fluoreszenz erregen, in der Dampfschicht so groß, daß die Flüssigkeit nicht mehr von wirksamem Licht erreicht und darum in ihr keine Fluoreszenz erregt werden kann. In diesem Falle wandten wir eine andere Methode der Erregung und Beobachtung von Fluoreszenz an. Wir stellten das Quarzglasgefäß in 3—5 cm Abstand vom Funken in gleicher Höhe mit ihm auf. Es konnten nunmehr die wirksamen Strahlen auf einem kurzen Wege durch Luft und durch 0,5—0,75 mm dickes Quarzglas in die zu untersuchende Flüssigkeit gelangen, ohne durch absorbierenden Dampf aus der Substanz geschwächt zu werden. In diesem Falle wurde das emittierte Fluoreszenzlicht vertikal von oben beobachtet, während zwischen den Funken und das Auge ein undurchsichtiger Schirm gehalten wurde. Die Absorption der wirksamen Strahlen in den genannten Flüssigkeiten war so groß, daß sie bereits in einer sehr dünnen Schicht vollkommen war; aus diesem Grunde beschränkte sich die von ihnen hervorgerufene Fluoreszenz ebenfalls auf eine sehr dünne an der inneren Seite der Glaswand anliegende Schicht. Um den Nachweis der-

1) J. Stark und S. Kinoshita, Ann. d. Phys. **21**, 473, 1906.

selben zuverlässig zu machen, wandten wir folgendes Verfahren an. Der eine Beobachter sah von oben an der Glaswand entlang in die Flüssigkeit, der andere schob rasch zwischen Funke und Quarzgefäß eine das äußerste Ultraviolett absorbierende Glasplatte oder zog sie rasch aus dieser Stellung zurück. War Fluoreszenz vorhanden, so nahm der erste Beobachter ein Verschwinden oder ein Aufleuchten des sammetartigen Fluoreszenzlichtes an der inneren Seite der Gefäßwand wahr. Änderte dagegen das Vor- oder Zurückschieben der Glasplatte bei einer Substanz die Helligkeit in ihr oder an ihrer Oberfläche nicht, so nahmen wir dies als ein Zeichen dafür, daß die Substanz unter den angegebenen Versuchsbedingungen keine sichtbare Fluoreszenz besitzt.

Bei der zweiten Methode ist streng darauf zu achten, daß die äußere Fläche der Gefäßwand, welche die Strahlen des Funkens zu passieren haben, gut gereinigt ist. Selbst eine kaum wahrnehmbare Schicht der absorbierenden Substanz (z. B. Phoron, Dimethylfulven) vermag die wirksamen Strahlen aufzuhalten.

Bemerkt sei noch, daß wir eine jede Substanz außer im Lichte des Aluminiumfunkens unmittelbar darauf auch im Lichte der Quecksilberlampe auf sichtbare Fluoreszenz nach den vorstehenden Methoden untersuchten.

§ 3. Substanzen. — Von den untersuchten Substanzen haben wir Aceton, Methyläthylketon, Pyrotraubensäure, Phoron, Diacetyl, Kampfer und Kampferchinon von Kahlbaum in Berlin bezogen in dem reinsten Zustand, in dem sie zu haben sind. Im Interesse einer möglichst weitgehenden experimentellen Prüfung der angedeuteten Theorie hielten wir es für wünschenswert, unsere Untersuchung auch auf gewisse interessante Substanzen auszudehnen, welche im Handel nicht zu haben sind, nämlich auf Dimethylfulven, Diazoverbindungen und Ketene. Der eine von uns (Stark) richtete aus diesem Grunde an die Entdecker dieser Verbindungen die Bitte, ihm kleine Quantitäten derselben für die vorliegende Untersuchung zu überlassen. Es ist ihm eine angenehme Pflicht, den Herren J. Thiele (Straßburg) und H. Staudinger (Karlsruhe) auch an dieser Stelle für die ebenso liebenswürdige wie rasche Erfüllung seiner Bitte herzlich zu danken. Herr Professor J. Thiele übersandte ihm zwei größere Quantitäten Dimethylfulven in Glasröhren eingeschmolzen, drei Proben azodicarbonsaures Kalium ebenfalls in Glasröhren eingeschmolzen und eine reichliche Menge Azodicarbonamid. Herr Professor Staudinger stellte ihm Diäthylketen in zwei kleinen zugeschmolzenen Kügelchen, Diphenylketen in vier kleinen zugeschmolzenen Kügelchen zur Verfügung; Dimethylfulven, Diäthylketen und Diphenylketen wurden in einer Kohlensäure-Atmosphäre umgefüllt und so rasch als möglich der Untersuchung unterworfen, da sie an Luft sehr wenig beständig sind.

Der physikalische Gesichtspunkt, unter dem die genannten Substanzen ausgewählt wurden, war folgender. Sie sollten im sichtbaren oder ultravioletten Spektrum eine nach kürzeren Wellen laufende Absorptionsbande und außerdem noch im äußersten Ultraviolett Absorption besitzen. In chemischer Hinsicht hatten die Substanzen die Forderung zu erfüllen, einen Chromophor (gelockerte Valenzelektronen) ohne den Benzolring zu enthalten. Letzterer war deshalb auszuschließen, da er fluoreszenzfähig ist; seine Gegenwart neben einem Chromophor würde es zweifelhaft machen, ob eine beobachtete Fluoreszenz ihm oder diesem zuzuweisen ist. Nur Benzil und Diphenylketen haben wir in die Untersuchung einbezogen; die an ihnen beobachtete Fluoreszenz im Aluminiumfunken ist zweifellos dem Chromophor in ihnen, nicht dem Benzolring zuzuschreiben.

Es dürfte an dieser Stelle erwünscht sein, eine kurze chemische Charakteristik der untersuchten Substanzen vorauszuschicken. Wir folgen hierbei der Darstellung von H. Ley[1]) in einem Bericht über die Beziehungen zwischen Lichtabsorption und Konstitution organischer Verbindungen.

Das azodicarbonsaure Kalium und das Azodicarbonamid.

$$\begin{matrix} N\cdot COOK \\ \| \\ N\cdot COOK \end{matrix} \qquad \begin{matrix} N\cdot CO\cdot NH_2 \\ \| \\ N\cdot CO\cdot NH_2, \end{matrix}$$

beide von J. Thiele und Heuser[2]) entdeckt, enthalten die Azogruppe $-N=N-$ und verdanken dieser ihre gelbe Farbe. Die erste Verbindung ist in Kalilauge von mehr als 5 Proz. löslich und beständig, die zweite ist nur wenig in Wasser löslich. Nach den theoretischen Anschauungen des einen von uns (Stark) enthält die Azogruppe $\overset{\leftarrow}{N}\leftarrow\rightarrow\vec{N}\rightarrow$ in diesen Verbindungen zwei gelockerte Valenzelektronen.

Das von J. Thiele[3]) entdeckte in Äther lösliche Dimethylfulven:

$$\begin{matrix} CH=CH \\ | \\ CH=CH \end{matrix}\!\!>C=C(CH_3)_2,$$

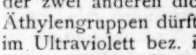
enthält drei Äthylengruppen $>C=C<$. Es wird angenommen, daß es seine rötlichgelbe Farbe dem Umstand verdankt, daß in ihm mehrere Äthylenbindungen in zyklischer Anordnung vorhanden sind. Es scheint dem einen von uns (Stark), daß diejenige Absorptionsbande, welche die gelbe

1) H. Ley, Zeitschr. f. angew. Chem. **20**, 1303, 1907.
2) J. Thiele und Heuser, Lieb. Ann. **290**, 6.
3) J. Thiele, Chem. Ber. **33**, 666, 1900; Lieb. Ann. **348**, 1, 1906.

Farbe bedingt, speziell der dritten seitlich sitzenden Äthylengruppe , an welcher die Methylgruppen substituiert sind, ihren Ursprung verdankt. Die Absorptionsbanden der zwei anderen dicht aneinander gebundenen Äthylengruppen dürften ähnlich wie bei Benzol im Ultraviolett bez. im Ultrarot liegen. Dabei ist natürlich zu berücksichtigen, daß die spektrale Lage der Bande jener ersten Gruppe durch die Gegenwart der zwei anderen Gruppen beeinflußt ist (vgl. diese Zeitschr. **9**, 488, Anm.).

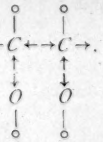
Das von H. Staudinger[1]) entdeckte im Äther lösliche Diäthylketen:

$$(C_2H_5)_2C=C=O,$$

soll nach der von Ley vertretenen Anschauung seine gelbe Farbe der gleichzeitigen Anwesenheit von Doppelbindungen verdanken. Sie dürfte indes ihren Sitz in der Äthylengruppe  haben, an der durch die Konfiguration des Moleküls zwei Valenzelektronen gelockert sind. Das gleiche gilt dann von Diphenylketen $(C_6H_5)_2C=C=O$.

Die Verbindungen Aceton CH_3COCH_3, Methyläthylketon $CH_3COC_2H_5$, Pyrotraubensäure CH_3COCO_2H, Kampfer $C_9H_{16}CO$, enthalten alle die Carbonylgruppe CO. Es ist zu vermuten, daß an dieser zwei Valenzelektronen ungesättigt oder nur wenig gelockert sind. Aus diesem Grunde liegen ihre langwelligen Banden noch an der Grenze des sichtbaren und ultravioletten Spektrums.

Das in Äther und Alkohol lösliche Diacetyl, ein α-Diketon, $CH_3CO\cdot CO\cdot CH_3$ ist durch die Gegenwart der zwei Carbonylgruppen $CO\cdot CO$ gelb gefärbt. Es enthält wahrscheinlich vier gelockerte Valenzelektronen gemäß dem Schema:



Das in Alkohol lösliche Kampferchinon $C_8H_{14}COCO$ und das in Äther und Alkohol lösliche Benzil $C_6H_5\cdot CO\cdot CO\cdot C_6H_5$ verdanken ihre gelbe Farbe ebenso wie Diacetyl ihren zwei nebeneinander liegenden Carbonylgruppen.

Was das gelbe Phoron $(CH_3)_2C=CH\cdot CO\cdot CH=C(CH_3)_2$ betrifft, so sei hier eine Äußerung von O. Wallach[2]) über die Wirkung der Äthylenbindung und der Carbonylgruppe auf die Lichtabsorption wiedergegeben. „Sobald in einer Substanz eine Äthylenbindung benachbart zum Carbonyl tritt, zeigt sie gegen die Muttersubstanz merklich erhöhtes Absorptionsvermögen für die nach dem Violett hin liegenden Lichtstrahlen des Spektrums, und dies Absorptionsvermögen steigt noch erheblich, wenn noch eine zweite Äthylenbindung benachbart an die andere Seite des Carbonyls tritt." — „Ist daher die angenommene Gesetzmäßigkeit richtig, so sollten alle Verbindungen, welche die Gruppierung $:C\cdot CO\cdot C$ enthalten, gelbstichig sein, und diejenigen, welche die Gruppierung $:C\cdot CO\cdot C:$ einschließen, sollten dieselbe Eigenschaft in stärkerem Maße hervortreten lassen."

§ 4. Absorption. — Über die Absorption des Acetons, Methyläthylketons, der Pyrotraubensäure, des Diacetyls, Benzils und Kampferchinons liegen bereits eingehende Untersuchungen von E. C. C. Baly und A. W. Stewart[1]) vor. Kampfer wurde ebenfalls von diesen Autoren[2]) und außerdem von W. N. Hartley[3]) untersucht. Die nachstehenden Figuren sind den Abhandlungen von Baly und Stewart

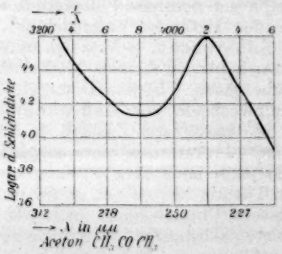


Fig. 1

entnommen, die Kurve für Kampfer derjenigen von Hartley. Als Abszisse ist an der oberen horizontalen Seite der reziproke Wert der Wellenlänge $\frac{1}{\lambda}$ angetragen, als Ordinate der Logarithmus derjenigen absorbierenden Schichtdicke in Millimeter, welche bei einer Konzentration von $\frac{1}{10000}$ normal eine bestimmte Wellenlänge unter den gegebenen Versuchsbedingungen gerade noch auf der photographischen Platte sichtbar werden läßt.

Das Absorptionsspektrum von Aceton, Methyläthylketon, Pyrotraubensäure, Kampfer, Diacetyl

1) H. Staudinger, Chem. Ber. **38**, 1735; **39**, 968; **41**, 594, 906, 2208.
2) O. Wallach, Götte Nachr. 1896, 304.

1) E. C. C. Baly und A. W. Stewart, Astrophys. Journ. **24**, 95, 133, 1906.
2) E. C. C. Baly und A. W. Stewart, Journ. chem soc. **89**, 979, 1906.
3) W. N. Hartley, Journ. chem. soc. **93**, 961, 1908.

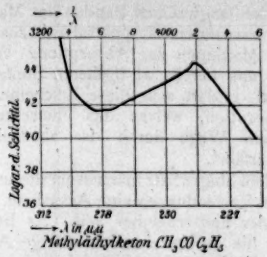


Fig. 2.

und Kampferchinon besteht gemäß den vorstehenden Figuren aus zwei Teilen, einer breiten langwelligen und einer kurzwelligen Bande; die langwellige Bande läuft nach kürzeren Wellen; die kurzwellige Bande ist in ihrem äußersten ultravioletten Teil nicht vollständig angegeben; es läßt sich darum lediglich vermuten, daß sie nach längeren Wellen zu abschattiert ist.

Die Kurve für Benzil zeigt einen komplizierteren Charakter, sie ist nämlich die Resultante aus der Überlagerung der Absorption seines Chromophors $CO \cdot CO$ und seiner zwei Benzolringe.

Über die Absorptionsspektra des azodicarbonsauren Kaliums, Diäthylketens und Dimethylfulvens haben wir orientierende Beobachtungen angestellt, indem wir als kontinuierlichen Grund das Spektrum des Eisenlichtbogens benutzten und die Konzentration der untersuchten Substanz variierten. Da indes unter den Bedingungen, unter welchen wir arbeiten mußten, eine große Genauigkeit nicht zu erzielen war, so sehen wir von der Mitteilung der einzelnen Beobachtungen ab und geben hier nur folgende allgemeine Resultate an.

Azodicarbonsaures Kalium besitzt eine langwellige Absorptionsbande und eine kurzwellige.

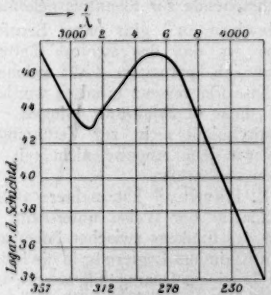


Fig. 3.

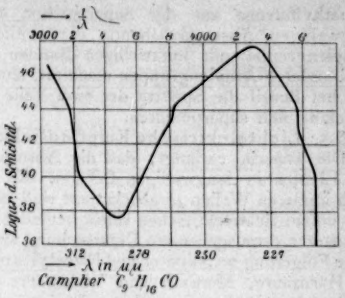


Fig. 4.

Die erstere ist nach kürzeren Wellen abschattiert und hat ihre größte Intensität bei λ 395 $\mu\mu$. Sie ist gut ausgeprägt bei einer Konzentration von 0,6 g auf 25 cm^3 Kalilauge bei 8 mm Schichtdicke.

Diäthylketen hat ebenfalls eine kurzwellige und eine langwellige Absorptionsbande. Die letztere ist stark nach längeren Wellen zu abgeflacht, indes noch mehr nach kürzeren Wellen; sie hat ihre größte Intensität ungefähr bei λ 340 $\mu\mu$.

Dimethylfulven absorbiert Violett und Ultraviolett sehr stark, stärker als es für die einzelne als Chromophor wirkende Äthylengruppe zu erwarten wäre. Analog wie bei Benzil zeigt sich keine ausgeprägte Absorptionsbande; bei zunehmender Verdünnung weicht die Absorption mehr und mehr nach kürzeren Wellen zurück. 1 Volumen Dimethylfulven auf 400 Volumina Äther läßt in einer Schichtdicke von 8 mm Licht bis λ 430 $\mu\mu$ durch, 1 Volumen Substanz auf 8000 Volumina Äther Licht bis λ 300 $\mu\mu$. Es scheint, daß das Absorptionsspektrum des

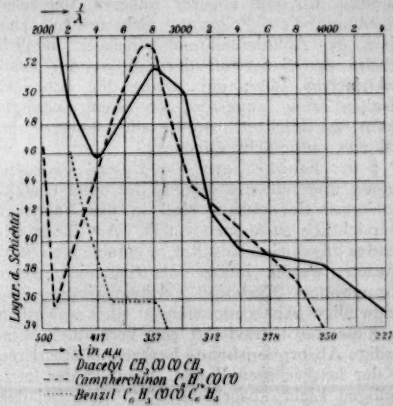


Fig. 5.

Dimethylfulvens aus der Superposition einer langwelligen Absorptionsbande der seitlichen Äthylengruppe mit kurzwelligen Banden der zwei anderen Äthylengruppen resultiert, ähnlich wie bei Benzil die Spektra der zwei Teile des Moleküls sich superponieren.

§ 5. Lichtelektrische Empfindlichkeit. — Die Theorie verlangt, daß die Absorption des Lichtes in langwelligen Banden, die also nach kürzeren Wellen zu abschattiert sind, nicht von einem lichtelektrischen Effekt begleitet sei. In unserer vorausgehenden Untersuchung wurde diese Folgerung an Salpeter und Diacetyl streng, an Harnsäure, Murexid und Violursäure mit großer Annäherung bestätigt gefunden. Wie im Vorstehenden gezeigt wurde, besitzen azodicarbonsaures Kalium und Kampferchinon langwellige Absorptionsbanden. Wie sie, so enthalten auch Azodicarbonamid und Phoron einen Chromophor ohne den Benzolring. Wir haben diese vier Substanzen mit der früher von uns beschriebenen Versuchsanordnung unter Benutzung der Quecksilberlampe auf lichtelektrische Empfindlichkeit untersucht, ohne indes auch nur eine Andeutung eines lichtelektrischen Effektes bei einer derselben zu finden.

Die Theorie fordert für alle Substanzen, welche eine langwellige Absorptionsbande besitzen, das gleichzeitige Vorhandensein einer kurzwelligen Bande. Alle oben angeführten Substanzen besitzen nun im äußersten Ultraviolett Banden und, wie im folgenden Abschnitt mitgeteilt werden wird, ist die Absorption des Lichtes in diesen vermutlich kurzwelligen Banden bei den meisten Substanzen von Fluoreszenz begleitet. Es ist darum zu vermuten, daß diese Substanzen bei Bestrahlung mit dem kurzwelligen Licht des Aluminiumfunkens den lichtelektrischen Effekt zeigen werden. Indes konnten wir mit unserer früheren Versuchsanordnung diese Folgerung nicht prüfen. Das Licht des Aluminiumfunkens ionisiert nämlich bereits den Sauerstoff der Luft in der lichtelektrischen Zelle; um darum den lichtelektrischen Effekt ungestört von einem Leitungsstrom zu erhalten, müßte die Substanz im Vakuum untersucht werden.

§ 6. Fluoreszenz. — Unsere Beobachtungen über die Fluoreszenz der oben charakterisierten Substanzen sind in der Tabelle I übersichtlich zusammengestellt. Aus ihr ist folgendes allgemeine Resultat zu entnehmen. Substanzen, welche infolge der Gegenwart eines Chromophors (Carbonyl-, Äthylengruppe) eine langwellige Absorptionsbande und außerdem im äußersten Ultraviolett eine vermutlich kurzwellige Absorptionsbande besitzen, fluoreszieren in der langwelligen Bande, wenn in der kurzwelligen Licht absorbiert wird. Wie bei den kurzwelligen Banden des Benzolringes fällt auch hier bei den langwelligen Banden das Maximum der Fluoreszenzintensität spektral nicht zusammen mit dem Maximum der Absorption. Wie der eine von uns bereits an früheren Stellen dargelegt hat, erklärt sich diese Erscheinung aus der Absorption, welche das Fluoreszenzlicht auf seinem Wege durch das absorbierende Medium erfährt.

Von dem obigen Satz machen nur die azodicarbonsauren Verbindungen eine Ausnahme. Diese dürfte indes nur scheinbar sein. Es ist möglich, daß die bereits ziemlich kräftige Absorption der Kalilauge im Ultraviolett das meiste erregende Licht vor dem azodicarbonsauren Kalium wegfing. Wahrscheinlicher aber ist, daß die kurzwellige Absorptionsbande der Azogruppe in der Hauptsache unterhalb λ 186 $\mu\mu$ liegt und darum nicht durch Aluminiumlicht zur Fluoreszenz angeregt werden kann und somit auch nicht die mit ihr verkoppelte langwellige Absorptionsbande.

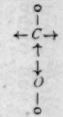
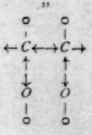
§ 7. Frühere Beobachtungen über die Fluoreszenz aliphatischer Verbindungen. — In außerordentlich vielen Einzelfällen ist festgestellt worden, daß aromatische Verbindungen Fluoreszenzvermögen besitzen. Wie aus ihrer systematischen, spektrographischen Untersuchung auf Fluoreszenz (J. Stark, J. Stark u. R. Meyer, J. Stark u. W. Steubing) hervorgeht, ist der gemeinsame Fluorophor aller aromatischen Verbindungen der Benzolring. Die vorliegende Untersuchung erweitert dies Resultat, indem sie zeigt, daß ein Chromophor im allgemeinen auch zugleich ein Fluorophor ist, wenn nur in seiner kurzwelligen Bande Licht zur Absorption gebracht wird. Und es dürfte durch unsere Beobachtungen unzweifelhaft sichergestellt sein, daß auch aliphatische Verbindungen, wenn ihre Konstitution einer gewissen Bedingung genügt, zu fluoreszieren vermögen. Von früheren Beobachtungen über die Fluoreszenz aliphatischer Verbindungen sind uns nachstehende zur Kenntnis gekommen.

Badenhausen[1]) gibt unter Berufung auf Lenzner an, daß das farblose Tetramethylfulgid bläulich fluoresziere. Mit welcher Lichtquelle diese Fluoreszenz erhalten wurde, konnten wir nicht in Erfahrung bringen. Da uns Tetramethylfulgid nicht zur Verfügung stand, konnten wir jene Angabe nicht mit unseren Methoden nachprüfen.

W. N. Hartley[2]) hat mehrere aliphatische Substanzen in der Weise untersucht, daß er das Bild des Funkens zwischen Polen aus einer Blei-Zinn-Kadmium-Legierung in die Flüssigkeit, die sich in einem Quarzgefäß befand, mit Hilfe einer Quarzlinse projizierte. Nach ihm fluore-

1) Badenhausen, Diss. Leipzig 1906.
2) W. N. Hartley, Journ. Chem. Soc. **63**, 243, 1893.

Tabelle I.

Substanz	Konstitution		Konzentration	Absorption		Fluoreszenz			
	Chemische Formel	Gelock. absorb. Elektronen		Max. d. langw. Bande	Obere Grenze d. kurzw. Bande	Farbe	i. Tageslicht $\lambda > 300\ \mu\mu$	i. *Hg*-Licht $\lambda > 250\ \mu\mu$	i. *Al*-Licht $\lambda > 180\ \mu\mu$
Aceton	$CH_3\,CO\,CH_3$		rein u. 50 Proz. Alk.	265 $\mu\mu$	213 $\mu\mu$	blauviolett	nicht wahrnehmbar	sehr schwach	schwach
Methyläthylketon .	$CH_3\,CO\,C_2H_5$	„	„ „	279 „	213 „	blau	„	„ „	„
Pyrotraubensäure .	$CH_3\,CO\,CO_2H$	„	„ „	323 „	249 „	blaugrün	„	schwach	stark
Kampfer	$C_8H_{16}\,CO$	„	1—2 g in 20 cm³ Alk.	288 „	215 „	blau	„	sehr schwach	ziemlich stark
Kampferchinon .	$C_8H_{14}\,CO\,CO$		0,5 g in 20 cm³ Alk.	476 „	270 „	grün	„	„ „	„ „
Diacetyl	$CH_3\,CO\,CO\,CH_3$	„	rein u. 50 Proz. Alk.	417 „	250 „	„	„	„ „	„ „
Benzil	$C_6H_5\,CO\,CO\,C_6H_5$	„	0,5—1 g in 20 cm³ Äth.	verwaschen	durch Benzolring verdeckt	„	„	nicht wahrnehmbar	schwach
Dimethylfulven .	$C_4H_4\,CC(CH_3)_2$		rein u. 50 Proz. Äth.	„	wahrscheinlich verdeckt	„	„	„	„
Diäthylketen . .	$(C_2H_5)_2\,CCO$	„	rein	340 $\mu\mu$	nicht bestimmt	„	„	„	ziemlich stark
Diphenylketen . .	$(C_6H_5)_2\,CCO$	„	rein	nicht bestimmt	„ „	„	„	„	schwach
Phoron	$(CH_3)_2\,CCH\,CO\,CH\,C(CH_3)_2$	?	1 g + 20 cm³ Alk.	„ „	„ „	„	„	„	„
Azodicarbonsaures Kalium	$KO_2\,CNNCO_2K$		verdünnt u. konzentr. in 20 Proz. Kalilauge	395 $\mu\mu$	„ „	—	„	„	nicht wahrnehmbar
Azodicarbonamid .	$NH_2\,OCNNCONH_2$	„	gesätt. wäss. Lösg.	nicht bestimmt	„ „	—	„	„	„

sziert unter diesen Bedingungen Methylalkohol sehr schwach blau, Äthylalkohol ausgeprägt blauviolett, Propylalkohol schwach blau, Glyzerin stark blaßviolett; Methyl-, Äthyl- und Propylalkohol waren 13 Jahre alte Präparate. Wir haben Methyl- und Äthylalkohol und Glyzerin im Licht des Aluminiumfunkens nach unseren Methoden untersucht und auch nicht eine Andeutung einer Fluoreszenz erhalten; dabei war bei unserer Anordnung das äußerste Ultraviolett intensiver als bei Hartleys Anordnung.

In einer späteren Mitteilung gibt Hartley[1]) an, daß eine Murexidlösung im Lichte des elektrischen Funkens blau fluoresziere. Wir haben über Murexid folgende Beobachtungen angestellt. In wäßriger Lösung fluoresziert Murexid weder im Tageslichte noch im Licht des elektrischen Funkens. Läßt man indes in die rötliche Murexidlösung von oben her das Licht des Aluminiumfunkens fallen, so erscheint eine ziemlich intensive blaue Fluoreszenz, die allmählich nach immer tieferen Schichten vordringt. Beobachtet man indes darauf die unbewegt stehende Lösung im Tageslicht, so findet man, daß sie von oben her so weit entfärbt ist, als die Fluoreszenz vorgedrungen war; und belichtet man die entfärbte Lösung mit der Quecksilberlampe, so tritt die blaue Fluoreszenz nunmehr ebenfalls auf. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß Murexid durch kurzwelliges Licht in eine andere chemische Verbindung, die fluoresziert, umgewandelt wird.

§ 8. Anhang, Beobachtungen an anorganischen Substanzen. — Die Konstitution der organischen Substanzen ist in sehr vielen Fällen aufgeklärt; dieser Umstand ermöglichte eine systematische Untersuchung über die Fluoreszenz organischer Substanzen. Wir haben den Versuch gemacht, auf Grund der an ihnen erkannten Gesetzmäßigkeiten in das optische Verhalten anorganischer Substanzen Licht zu bringen. Wir mußten indes diesen Versuch aufgeben, da wir aus Unkenntnis der Konstitution der meisten anorganischen Substanzen, vor allem in wäßriger Lösung, weder eine rationelle Auswahl unter ihnen treffen, noch unsere Versuchsanordnung sachgemäß einrichten konnten. Wenn wir hier gleichwohl die Resultate unserer tastenden Versuche kurz mitteilen, so geschieht dies, um anderen Autoren vielleicht einen ersten Anhaltspunkt für eine systematische Bearbeitung des Gebietes zu geben.

Wir haben folgende Substanzen im Lichte des Quecksilberbogens und Aluminiumfunkens okular, außerdem im Lichte des letzteren spektrographisch auf Fluoreszenz (wäßrige Lösung), im Licht des Quecksilberbogens auf lichtelektrische Empfindlichkeit durchweg ohne einen positiven Erfolg bei unseren Bedingungen der Beobachtung untersucht: Kupferchlorid, Vanadiumsulfat, Molybdänsulfat, Eisensulfat, Nickelsulfat, chromsaures Kali, Kobaltchlorid, Kaliumpermanganat, Thorsulfat, Bariumchlorid. Über die Fluoreszenz der Verbindungen seltener Erden hat bereits J. L. Soret[1]) okulare Beobachtungen mitgeteilt. Über einige derselben haben wir spektrographische Beobachtungen angestellt; die nachstehende Tabelle II enthält unsere Resultate bei Bestrahlung mit dem Licht des Aluminiumfunkens, wobei die relative Intensität in einer willkürlichen Skala durch die Zahlen in Klammern angegeben ist; im Licht des Quecksilberbogens war die Fluoreszenz viel schwächer; auch war die lichtelektrische Empfindlichkeit in diesem Lichte so gut wie Null.

In theoretischer Hinsicht möchten wir weder die vorstehenden positiven noch negativen Resultate verwerten, da, abgesehen von der unbekannten Konstitution, nicht einmal die Reinheit der untersuchten seltenen Erden sichergestellt ist.

Zusammenstellung der Resultate der vorliegenden und früheren Untersuchungen.

1. Eine einigermaßen abgeschlossene Erkenntnis der Gesetzmäßigkeiten in

1) W. N. Hartley, Journ. Chem. Soc. **87**, 1791, 1905.

1) J. L. Soret, Arch. sc. phys. et nat. **4**. 261, 1880.

Tabelle II.

Substanz	Konzentration	Fluoreszenzbanden in *Al*-Licht			
Didymsulfat in Wasser .	0,5 g + 10 cm³	220—265 (7)	265—310 (7)	325—415 (2)	440—540 (1)
„ „ Alkohol .	„ „	220—265 (1)	265—310 (4)	325—415 (10)	
Didymchlorid in Wasser .	„ „	220—265 (3)	265—310 (3)	325—415 (10)	
„ „ Alkohol .	„ „	220—265 (4)	265—310 (4)	325—415 (5)	
Yttriumsulfat „ Wasser .	0,25 g + 10 cm³	220—265 (1)	265—310 (1)	325—415 (5)	
Yttriumchlorid „ „ .	„ „			325—415 (7)	
Erbiumsulfat „ „ .	„ „	220—265 (4)	265—310 (4)		
Erbiumchlorid „ „ .	0,5 g + 10 cm³			315—405 (8)	
Lanthansulfat „ „ .	„ „		270—302 (1)	315—405 (10)	
Lanthanchlorid „ „ .	„ „			315—405 (1)	
Cersulfat „ „ .	„ „			313—405 (10)	
Cerchlorid „ „ .	0,25 g + 10 cm³			313—405 (10)	
Zirkonsulfat „ „ .	0,5 g + 10 cm³			315—500 (2)	

der Absorption und Fluoreszenz organischer Substanzen unterhalb λ 0,5 μ ist nur möglich durch Heranziehung des ultravioletten Spektrums.

2. Die Absorption des Lichtes in langwelligen Banden (nach kürzeren Wellen zu abschattiert) ist nicht begleitet von Fluoreszenz noch von einem lichtelektrischen Effekt.

3. Die Absorption des Lichtes in kurzwelligen Banden (nach längeren Wellen zu abschattiert) ist begleitet von einem lichtelektrischen Effekt, von einer Fluoreszenz in diesen Banden (Benzolring) und von Fluoreszenz in den mit ihnen verkoppelten langwelligen Banden (Carbonyl-, Äthylengruppe).

4. Sowohl die langwelligen wie die kurzwelligen Banden eines Chromophors können von kürzeren nach längeren Wellen verschoben werden durch die sterische Wirkung der Substitution oder durch die Zusammenbindung mehrerer Chromophore in einem Moleküle.

5. Durch Gegenwart mehrerer Chromophore in einem Moleküle kann die Fluoreszenz des einen (Benzolring) latent werden, indem das von ihm emittierte Fluoreszenzlicht in einer langwelligen Bande des anderen Chromophors absorbiert wird; der die latente Fluoreszenz begleitende lichtelektrische Effekt bleibt indessen nachweisbar.

6. Die vorstehenden experimentellen Resultate können zwanglos aus der Hypothese abgeleitet werden, daß die Zentren der Emissions- odor Absorptionsbanden organischer Substanzen unterhalb λ 0,5 μ ungesättigte oder gelockerte negative Valenzelektronen sind, die von ihrem Sitz auf den Atomen fortgedrängt oder sogar abgetrennt werden und wieder auf hn zurückkehren können.

Greifswald, August 1908.

(Eingegangen 8. September 1908.)

Die Lichtemission seitens eines glühenden Dampfes in einem Magnetfelde unter verschiedenem Azimut.

Von O. M. Corbino.

Von der Annahme ausgehend, daß die Verteilung der Lichtintensität auf die Komponenten des Zeemanschen Dupletts oder Tripletts so sei, wie man im Einklang mit der Erfahrung allgemein annimmt, habe ich in einer früheren Arbeit [1]) bewiesen, daß der Energieaustausch zwischen zwei Strahlungsquellen S_1 und S_2, die in zwei aufeinander senkrecht stehenden Magnetfeldern liegen, ungleich sei, und daß demzufolge für den Fall der Temperaturstrahlung der zweite Hauptsatz versagen würde.

Ich habe dann untersucht, wie man die Annahmen über die Intensität der Komponenten modifizieren müßte, um diesen Widerspruch zu beseitigen. Ich gelangte zu dem Schluß, daß

a) entweder die Gesamtemission in Richtung der Kraftlinien geringer sein muß als die in Richtung senkrecht hierzu;

b) oder die Verteilung auf die Komponenten des Tripletts von der allgemein angenommenen verschieden sein muß; so müßte, wenn die Gesamtemission unter jedem der beiden Azimute gleich ist, die mittlere Komponente null sein.

Aus direkten Versuchen, die ich im Physikalischen Institut zu Messina mit unzulänglichen Mitteln angestellt habe, ging die Ungleichheit der Gesamtemissionen nicht hervor, und andererseits ist die mittlere Komponente sicherlich nicht null; ich folgerte deshalb, daß es unmöglich sei, die Herrschaft des zweiten Hauptsatzes wieder aufzurichten und sprach daher die Auffassung aus, daß die monochromatischen Strahlungen, welche das Zeemanphänomen zeigen, keine Temperaturstrahlungen sein können.

Mit Bezug hierauf hat nun Herr Laue [2]) eine interessante Bemerkung veröffentlicht, die einige Einwände gegen meine Arbeit enthält. Herr Laue bestätigt das unmittelbare Ergebnis meiner Diskussion, stimmt aber meinen Schlußfolgerungen nicht zu.

Herr Laue bezeichnet mit K_{1d} und K_{2d} die Intensitäten der Komponenten des Dupletts, mit K_{1t}, K_t, K_{2t} die der Komponenten des Tripletts und läßt sie unbestimmt. Er wiederholt dann meine Überlegung und findet, daß, damit der zweite Hauptsatz gewahrt bleibe,

$$K_{1d} + K_{2d} = K_{1t} + K_{2t} \qquad (1)$$

sein muß. Offenbar umfaßt diese Bedingung die Bedingungen a) und b), die ich im Einklang mit der Erfahrung aufgestellt habe. Herr Laue meint indessen, daß die Bedingung (1) in Wirklichkeit bestätigt werde; das folgert er für eine Strahlungsquelle von genügender Dicke aus der Strahlungstheorie, nach welcher

$$K_{1d} = K_{2d} = K_{1t} = K_t = K_{2t}$$

sein muß. Quantitativ läßt sich mittels dieser Gleichungen die Bedeutung der Erscheinungen a) und b) voraussagen, deren Existenz gefordert wird, wenn der zweite Hauptsatz gültig sein soll. Sie sagen nämlich aus, daß das in Richtung senkrecht zu den Kraftlinien

1) O. M. Corbino, diese Zeitschr. **9**, 344, 1908.
2) M. Laue, diese Zeitschr. **9**, 617, 1908.

ausgesandte Licht $^3/_2$ des in longitudinaler Richtung ausgesandten sein muß, und daß die drei Komponenten des Tripletts gleiche Intensität haben müssen, oder, was dasselbe ist, daß das in Richtung quer zum Feld ausgesandte Licht eine partiale Polarisation im Verhältnis $^1/_3$ zeigen muß. Die erste Erscheinung nun ist noch nicht beobachtet worden; was die zweite angeht, so erinnere ich daran, daß die Beobachtungen von Egoroff und Georgiewski qualitativ in diesem Sinne verlaufen sind. Ich erinnere auch daran, daß Lorentz[1]) dafür eine Erklärung gegeben hat, die, bei einer genügenden Dicke der Flamme, gerade zu dem Ergebnis von Laue führt, weil bei großer Dicke die Absorption für alle Komponenten des Dupletts und des Tripletts gleich zu werden strebt. Nimmt man daher das Kirchhoffsche Gesetz als richtig an, so wird auch die Emission gleich sein müssen.

Offenbar können aber derartige Beweisführungen das Experiment nicht ersetzen, wo der zweite Hauptsatz auf dem Spiele steht, weil auch sie mehr oder weniger explizite auf eben diesem Hauptsatz fußen.

Es schien mir daher angebracht, mit den Hilfsmitteln des Physikalischen Instituts zu Palermo meine in Messina angestellten Versuche über die Existenz des Phänomens a) zu wiederholen, das als der vom zweiten Hauptsatz geforderte Ausgleich anzusehen ist.

Der Versuch hat dieses Mal ein positives Ergebnis geliefert, und zwar ist dieses unter geeigneten Bedingungen von der Größenordnung, die in Anbetracht der Unvollkommenheit zu erwarten war, mit der die theoretischen Bedingungen verwirklicht werden.

Es ist nämlich zu bemerken, daß Gouy[2]) bei der photometrischen Untersuchung gefärbter Flammen an diesen niemals vollkommene Absorption fand, so reich sie auch an Metalldämpfen sein mochten; infolgedessen erhöht denn auch eine zweite Flamme, die hinter einer anderen, ihr gleichen, angeordnet wird, die Gesamtemission in veränderlichem Maße, das aber bei Flammen von starker Leuchtkraft nie unter den Wert 1,4 sinkt.

Andererseits sieht man leicht ein, daß infolge der Einwirkung des Feldes, vorausgesetzt, daß dieses die Zeemankomponenten vollständig trennt, die Emission so erfolgen wird, als wenn bei der mittleren Komponente des Tripletts zwei Flammen hintereinander angeordnet wären, und bei den seitlichen Komponenten nur eine einzige Flamme vorhanden wäre; in longitudinaler Richtung hingegen wird jede der Komponenten des Dupletts die Intensität der mittleren Komponente des Tripletts haben. Wir müssen daher erwarten, daß die Gesamtemissionen in longitudinaler und in transversaler Richtung sich ungefähr wie 2,8 und 3,4 verhalten werden, und daß der Überschuß im transversalen Licht (21 Proz.) von den Schwingungen normal zur Feldrichtung herrührt, somit eine partielle Polarisation im Verhältnis von 0,6 auf 3,4, also von 17 Proz. aufweisen muß.

Diese Werte sind als Grenzwerte zu betrachten. Bei sehr geringer Leuchtkraft absorbiert nämlich die Flamme viel zu wenig, und der Koeffizient K der Gouyschen Betrachtungen nähert sich dem Werte 2. Ist hingegen die Flamme sehr reich an Metalldämpfen, so werden die erwarteten Erscheinungen wegen der unzureichenden Trennung der Komponenten durch das Feld schwach werden. Deshalb muß die Feldstärke einen möglichst hohen Wert haben und die Flamme eine Leuchtkraft besitzen, die weder zu groß noch zu klein ist. Eben weil es mir nicht gelungen war, die günstigsten Verhältnisse in der Flamme zu finden, besonders aber wegen der geringen Intensität des Feldes, das ich bei meinen ersten Versuchen in Messina angewendet habe, ist mir das gesuchte Phänomen entgangen.

Bei den neuen Versuchen benutzte ich einen Elektromagnet nach Weiß, den ich mit dem Strom aus der Zentrale unter Vorschaltung eines Rheostaten erregte, und zwar so, daß ich die höchste Stromstärke erhielt, für die der Apparat gebaut ist. Zwischen die durchbohrten Pole, deren Abstand 1,5 cm betrug, stellte ich eine mit Natriumdampf gefärbte Bunsenflamme. Ich verwendete ein Rohr aus Asbest, das mit Salzwasser getränkt wurde und den Bunsenbrenner umgab, oder auch eine Anzahl kleiner Chlornatriumperlen, die rings um die Basis der Flamme so angeordnet waren, daß diese eine ziemlich schwache und merklich gleichmäßige Färbung zeigte.

Das Licht, das in longitudinaler Richtung längs der Bohrung des Elektromagnets emittiert wurde, ging durch zwei Nicols, von denen das eine an einem Teilkreise beweglich war, und fiel schließlich auf die untere Hälfte des ziemlich breiten Spektroskopspaltes.

Das in Richtung senkrecht zu den Kraftlinien emittierte Licht dagegen ging durch ein kreisrundes Diaphragma, das in Höhe der Bohrung des Elektromagnets angebracht war, und wurde dann mit Hilfe einer Reihe totalreflektierender Prismen, nachdem es noch ein Nicol durchsetzt hatte, auf die obere Hälfte des Spektroskopspaltes geworfen.

Ich hatte somit im Gesichtsfeld des Spektroskops das breite Bild des Spaltes, das in

1) H. A. Lorentz, Rapports présentés au Congrès International de Physique **3**, 29, 1900.
2) Gouy, Ann. de Chim. et de Phys. (5) **18**, 5, 1879.

zwei Teile zerfiel, die übereinander in ihrer gegenseitigen Verlängerung lagen.

Die beiden Bildhälften konnten durch Änderung des Winkels zwischen den beiden in den Gang des longitudinalen Strahlenbündels eingeschalteten Nicols gleich hell gemacht werden.

Wenn die beiden Bildhälften abgeglichen waren und ich dann das Feld erregte, so stellte ich, unter geeigneten Verhältnissen in der Flamme, deutlich fest, daß die von dem transversalen Lichte beleuchtete Hälfte heller wurde als die andere. Das trat aber nur dann ein, wenn das in den Weg des transversalen Lichtes eingeschaltete einzelne Nicol die vertikalen (d. h. die zur Feldrichtung normalen) Schwingungen hindurchließ; der Effekt wurde dagegen unmerklich, wenn das Nicol um 90° gedreht wurde.

Das beweist, daß, wie wir vorausgesagt hatten, die Schwingungen normal zum Felde bei dessen Erregung stärker werden, und entspricht dem Sinne nach dem von Egoroff und Georgiewski beobachteten Phänomen.

Ich konnte auch feststellen, daß, wie zu erwarten war, die Erscheinung dann besonders deutlich wird, wenn die Flamme das Phänomen von Egoroff und Georgiewski deutlich zeigt, welches sehr leicht mit einem Savartschen Polariskop zu beobachten ist.

Durch Änderung des Winkels zwischen den beiden in den Gang des longitudinalen Lichtes eingeschalteten Nicols konnten nach Erregung des Feldes die beiden Hälften des Spektroskopbildes wieder gleich gemacht werden. Aus der Ablesung am Teilkreis ließ sich dann die Intensitätsänderung berechnen. — Auf diese Weise erhielt ich in einigen besonders günstigen Fällen eine Intensitätsänderung des in Richtung normal zum Felde schwingenden transversalen Lichtes gegenüber dem longitudinalen von 40 v. H. Das bringt eine Zunahme des gesamten in der Äquatorialebene emittierten Lichtes von 20 Proz. mit sich und stimmt mit dem oben auf Grund der Untersuchungen von Gouy vorausgesagten Werte überein.

Fassen wir alles zusammen, so können wir sagen, daß eine Lichtquelle in einem Magnetfelde intensiveres Licht in Richtung normal zum Felde emittiert, und daß der Überschuß den Schwingungen normal zum Felde zukommt, und zwar in solchem Maße, wie es nach dem Phänomen von Egoroff und Georgiewski zu erwarten ist. Die beiden Phänomene sind eben das, was ich als unumgänglich hingestellt hatte, wenn die Herrschaft des zweiten Hauptsatzes wieder hergestellt werden soll.

Die Anwendung dieses Satzes hat den Erfolg gehabt, zur Voraussage zweier eng verknüpfter Phänomene zu führen, von denen nur das zweite bekannt war.

Palermo, 18. August 1908.

(Aus dem Italienischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 21. August 1908.)

Mitteilungen aus dem physikalischen Institut der Universität Pisa. (Direktor A. Battelli.)

Nr. 41[1]: Angelo Battelli, Spezifische Wärme von Flüssigkeiten, die bei sehr tiefer Temperatur fest werden.

I. Für die Thermodynamik und für die Molekularphysik im allgemeinen ist die Kenntnis der thermischen Elemente der Körper bei den tiefsten Temperaturen von großer Bedeutung. Ich habe mich daher seit einiger Zeit mit der experimentellen Untersuchung der wichtigsten unter diesen Elementen (spezifische Wärme, Schmelzwärme, Verdampfungswärme, thermische Ausdehnung) beschäftigt. In der vorliegenden ersten Mitteilung will ich über die Ergebnisse berichten, die ich für die spezifische Wärme einiger Flüssigkeiten erhalten habe, die bei sehr tiefer Temperatur fest werden.

Über diesen Gegenstand liegen bislang nur vereinzelte und zerstreute Bestimmungen vor. Die wichtigsten unter diesen, nämlich die von Regnault, reichen nirgends bis zu tieferen Temperaturen als — 30° C. Auch Nadejdine[2]), der ebenfalls verschiedene Flüssigkeiten untersucht hat, ging niemals unter — 21° C hinab. Die erste Untersuchung über die spezifische Wärme der Flüssigkeiten bei sehr tiefen Temperaturen war die von Eckerlein über den Petroläther.[3]) Eckerlein benutzte die Mischungsmethode. Er schloß den Petroläther in eine Hohlkugel aus Messing ein und kühlte diese in einem Bade von Terpentinöl ab, das in einem Kältegemisch gehalten wurde. Dann brachte er die Hohlkugel in ein Kalorimeter, das ebenfalls mit Terpentinöl gefüllt war, welches auf gewöhnlicher Temperatur erhalten wurde. Eckerlein arbeitete bei drei verschiedenen Temperaturen, nämlich bei — 16,50°, bei — 78,30° und bei — 185,38°. Auf diese Weise bestimmte er nur die mittlere spezifische Wärme des Petroläthers zwischen diesen Temperaturen und der der Umgebung. Der Wert, den er bei der Temperatur der flüssigen Luft findet, ist recht zweifelhaft, denn er kümmert sich nicht darum, sich zu überzeugen, ob der Petroläther bei dieser Temperatur noch klar und flüssig ist oder nicht. — Weiter liegen Bestimmungen von

1) Nr. 40: diese Zeitschr. **9**, 367, 1908.
2) Journ. de la Soc. Phys.-Chim. Russe, **16**, 222, 1884.
3) Ann. d. Phys. (4) **3**, 120, 1900.

H. Alt[1]) über die spezifische Wärme des flüssigen Sauerstoffs und des flüssigen Stickstoffs in dem Intervall von -200^0 bis -183^0 C für Sauerstoff und von -208^0 bis -196^0 C für Stickstoff vor. Diese Versuche sind indessen, vielleicht wegen der Versuchsanordnung, nicht besonders beachtenswert. Der Verfasser selbst behauptet, daß seine Ergebnisse bis auf weniger als 3 v. H. genau seien.

2. Meine Versuche beschränken sich einstweilen auf solche Stoffe, die bei gewöhnlicher Temperatur flüssig sind. Die Versuchsanordnung, welche ich angewendet habe, gestattet, auch bei sehr tiefer Temperatur einen guten Genauigkeitsgrad zu erreichen.

Der Apparat besteht im wesentlichen aus einem zylindrischen Dewargefäß, in welches die zu untersuchende Flüssigkeit eingebracht wird. In diese taucht eine Metallspirale, welche durch einen elektrischen Strom geheizt wird. Auf diese Weise kann man der Flüssigkeit eine gewisse Wärmemenge zuführen. Aus zwei Versuchen mit zwei verschiedenen Flüssigkeitsmengen bestimmt man den Wasserwert des Kalorimeters und die spezifische Wärme der Flüssigkeit.

Das Dewargefäß, welches als Kalorimetergefäß dient, ist von zylindrischer Gestalt und hat spiegelnde Wandungen. Es hat einen Durchmesser von etwa 6 cm und eine Höhe von 20 cm. Dieses Gefäß wird durch eine geeignete Stützvorrichtung in einem anderen gleichartigen Gefäße von weit größeren Abmessungen gehalten.

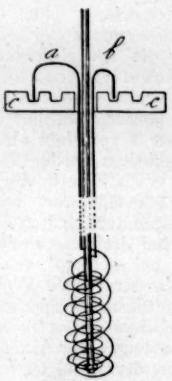


Fig. 1.

Die zur Heizung der Flüssigkeit dienende Spirale ist mit zwei verschiedenen Durchmessern gewickelt, um einen möglichst großen Raum auszunutzen (siehe Fig. 1). Sie wird von einem Glasstab gehalten, der gleichzeitig die Achse der Spirale bildet. Längs dieses Stabes sind mittels Seidenbänder die Enden der Spirale befestigt. Diese tauchen mit den beiden Ösen *a* und *b* (Fig. 1) in zwei ringförmige Vertiefungen des tellerförmigen Deckels *c* aus Buchsbaumholz. Dieser Deckel hat in der Mitte eine Bohrung, um dem Glasstab und den beiden Drähten, welche die Enden der Spirale bilden, den Durchtritt zu gestatten. Die beiden Quecksilberrinnen führen zu zwei Klemmschrauben, durch welche der Strom in die Spirale geleitet werden kann.

Das obere Ende der Glasachse ist mit dem Zapfen eines Uhrwerkes verbunden, welches die Spirale, während sie vom Strome durchflossen wird, in Umdrehung versetzt. Auf diese Weise erfüllt die Spirale den doppelten Zweck, die Flüssigkeit in Bewegung zu erhalten und ihre Temperatur zu erhöhen.

Es war ferner erforderlich, daß während der Versuche das Dewargefäß, das eigentlich die Rolle des Kalorimeters übernahm, vollkommen verschlossen war. Das war nötig zur Vermeidung der Wärmeausstrahlung und zum Schutz gegen die Feuchtigkeit der Atmosphäre während des Versuches. Einige der von mir untersuchten Stoffe waren nämlich stark hygroskopisch.

Diesen doppelten Zweck habe ich auf folgende Weise erreicht (siehe Fig. 2):

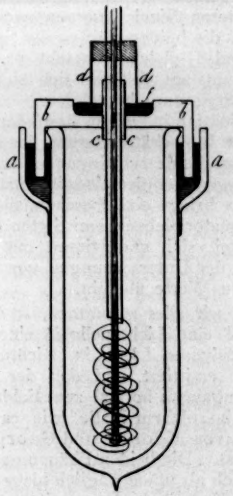


Fig. 2.

An das Gefäß ist nahe am Rande ein Ring *a* aus Buchsbaumholz angekittet. In den freien

1) Ann. d. Phys. (4) **13**, 1022, 1904.

Raum, der zwischen ihm und dem Dewargefäß bleibt, wird Quecksilber gegossen und in dieses taucht der Rand des Buchsbaumholzdeckels *b*. Dieser ist in der Mitte durchbohrt und trägt eine kurze Glasröhre *c*, durch welche die Achse der Spirale hindurchgehen kann. In dem Deckel *b* ist eine Vertiefung *f* ausgehöhlt, welche Quecksilber enthält; in dieses wiederum taucht das untere Ende der Glasröhre *d*. Diese Glasröhre ihrerseits ist durch einen isolierenden Stopfen, der die Röhre vollkommen dicht verschließt und den Enden der Spirale den Durchtritt gestattet, fest mit der Spiralachse verbunden.

3. Die Spirale bestand aus einem Nickelindraht von ungefähr 5 m Länge und 0,785 mm Durchmesser. Ihr Widerstand bei einer Temperatur von 12° betrug 5,600 Ohm.

Zur Berechnung der von dem Strom in der Spirale entwickelten Wärmemenge i^2r maß ich bei jeder Temperatur den Widerstand r in der Brückenschaltung und die Stromstärke i mit einem Milliamperemeter.

Zur Temperaturmessung benutzte ich zwei Thermoelemente Kupfer-Konstanten. Eines von diesen gab die Temperatur an der Oberfläche, das andere die auf dem Grunde der Flüssigkeit an.

Dank der ziemlich schnellen Bewegung der Spirale erhielt ich sehr rasch das Temperaturgleichgewicht im Kalorimetergefäß.

Das Galvanometer, durch welches die beiden Thermoelemente mittels einer Wippe geschlossen wurden, hatte einen Widerstand von ungefähr 500 Ohm. Im Vergleich mit diesem war also der Widerstand zu vernachlässigen, den die Drähte der Thermoelemente boten, und erst recht waren die Widerstandsänderungen dieser Drähte mit der Temperatur zu vernachlässigen.

Eine ernste Schwierigkeit, die sich bei der Ausführung der Versuche darbot, bestand darin, im Innern des Kalorimetergefäßes die Flüssigkeit auf Schmelztemperatur abgekühlt zu erhalten. Nach vielen Versuchen fand ich, daß das beste Verfahren war, die Substanz bereits gefroren in den zuvor mit flüssiger Luft gekühlten Apparat einzuführen. Um diese Operation auszuführen, läßt man zunächst die Flüssigkeit in einem passenden Probierröhrchen gefrieren. Dann gießt man erst einige Kubikzentimeter recht klarer flüssiger Luft in das als Kalorimeter dienende Dewargefäß. Danach verschließt man dieses plötzlich mit einem Gummistopfen und bewegt es, so daß es sich möglichst in seinem oberen Teile abkühlt. Endlich schleudert man schnell die flüssige Luft heraus und stürzt über das Dewargefäß das metallene Probierröhrchen, in dem sich die zuvor gefrorene Substanz befindet. Nach und nach wird die Substanz in der Nähe der Wände des metallenen Probierröhrchens flüssig, und ein fester Zylinder aus dem zu untersuchenden Stoffe sinkt in das Dewargefäß hinein. Falls auch einige Tropfen flüssiger Luft auf dem Boden des Gefäßes zurückgeblieben sein sollten, so werden sie sofort ausgetrieben, weil der Siedepunkt der flüssigen Luft weit unter dem Schmelzpunkte der von mir benutzten Flüssigkeiten liegt.

Man verschließt nun das Dewargefäß und wartet, bis die Substanz fast vollständig gelöst ist. Dann führt man in das Kalorimetergefäß die Nickelspirale ein, die durch die Bewegung des Uhrwerkes in schnelle Umdrehung versetzt wird. Nach etwa fünfzehn Minuten ist im allgemeinen die Temperatur in der Flüssigkeit gleichförmig verteilt. Man liest dann am Galvanometer vier Minuten lang von Minute zu Minute die Temperatur ab, um die Ausstrahlung zu berücksichtigen. Alsdann schickt man den Strom durch die Spirale und verzeichnet den Ausschlag des Amperemeters. Schließlich unterbricht man den Strom und liest wieder von Minute zu Minute am Galvanometer die Temperatur ab.

Bei den Versuchen, über die ich hier berichte, betrug die im Kalorimetergefäß enthaltene Flüssigkeit ungefähr 300 cm^3. Ich ließ bei diesen Versuchen zwei Minuten lang einen Strom von etwa 2 Ampere durch die Spirale fließen.

Unter diesen Verhältnissen war die Ausstrahlung sehr gering: für gewöhnlich brachte sie keine Temperaturänderungen von mehr als $^1/_{20}$° C in der Minute hervor.

Ich konnte daher selbst bei den tiefsten Temperaturen ebenso gute Werte für die spezifische Wärme erhalten wie bei gewöhnlicher Temperatur.

4. Ein Beispiel läßt sogleich die bei diesem Verfahren erreichbare Genauigkeit erkennen.

Wir wählen Schwefelkohlenstoff bei der Temperatur von ungefähr 0° C, bei der er auch von Regnault untersucht worden ist.

Eine Bestimmung aus der ersten Versuchsreihe ergab:

$$P = 388{,}8$$

Zeit in Minuten		Temperatur	Stromstärke
	1	− 1,05	
	2	− 1,00	
Stromdurchgang	3	− 0,95	1,86
	4	—	1,85
	5	+ 1,35	1,87
	6	+ 1,4	
	7	+ 1,45	

$$r = 5{,}56$$

$I = 520{,}4$

Zeit in Minuten		Temperatur	Stromstärke
	1	− 1,1	
	2	− 1,05	
Stromdurchgang	3	− 1,0	1,85
	4	—	1,85
	5	+ 0,95	1,85
	6	+ 1,0	
	7	+ 1,5	

$r = 5{,}56.$

Bezeichnen wir mit E den Wasserwert des Kalorimeters und mit c die spezifische Wärme des Schwefelkohlenstoffs, so ist:

$(388{,}8 \cdot 2{,}2\ ) \cdot c + E \cdot 2{,}2 = 0{,}240 \cdot 1{,}862^2 \cdot 120 \cdot 5{,}56$

$(520{,}4 \cdot 1{,}85) \cdot c + E \cdot 1{,}85 = 0{,}240 \cdot 1{,}85^2 \cdot 120 \cdot 5{,}56.$

Daraus folgt:

$$c = 0{,}238.$$

Bei einer Messung der dritten Versuchsreihe, die mit einem anderen Dewargefäß, aber mit derselben Spirale ausgeführt wurde, erhielt ich dann:

$P = 350{,}2$

Zeit in Minuten		Temperatur	Stromstärke
	1	− 1,74	
	2	− 1,67	
Stromdurchgang	3	− 1,60	1,87
	4	—	1,86
	5	+ 1,20	1,88
	6	+ 1,23	
	7	+ 1,28	

$r = 5{,}56$

$P = 315{,}3$

Zeit in Minuten		Temperatur	Stromstärke
	1	− 0,90	
	2	− 0,85	
Stromdurchgang	3	− 0,82	1,885
	4	—	1,89
	5	+ 1,61	1,89
	6	+ 1,65	
	7	+ 1,70	

$r = 5{,}57.$

Daraus ergibt sich:

$$c = 0{,}239.$$

Die beiden Werte für c, welche ich aus diesen beiden verschiedenen Versuchsreihen erhalten habe, stimmen sehr gut miteinander überein; sie stimmen auch gut mit dem Werte

$$c = 0{,}23\,523,$$

den man für die Temperatur 0° C aus der Tabelle von Regnault erhält.

5. Die Flüssigkeiten, welche ich untersucht habe, waren: Äthyläther, Toluol, Äthylbromid, Petroläther, Äthylalkohol, Amylalkohol und Schwefelkohlenstoff, Mit jeder Flüssigkeit führte ich mindestens zwei Messungen aus.

In der untenstehenden Tabelle habe ich die Werte für die spezifische Wärme der einzelnen von mir untersuchten Substanzen bei den verschiedenen Temperaturen zusammengestellt.

6. Der von mir verwendete Äthyläther war von Carlo Erba bezogen und über Chlorkalzium destilliert worden. Sein Schmelzpunkt lag genau bei − 117° C. Die Werte für seine spezifische Wärme nehmen anfangs mit der Temperatur ziemlich schnell ab. Dann wird die Änderung merklich proportional den Temperaturintervallen mit einem sehr kleinen Proportionalitätsfaktor.

Das Toluol lieferte gleichfalls Carlo Erba; vor dem Gebrauch unterzog ich es aber einer fraktionierten Destillation, um es von Xylol und Benzol zu befreien. Dann wurde es über Chlorkalzium destilliert, um wasserfrei gemacht zu werden. Seine spezifische Wärme nimmt mit der Temperatur schnell ab. Die Änderungen werden aber bei Annäherung an den Schmelzpunkt kleiner. Bei dieser Temperatur läßt sich der Gang der Erscheinung ziemlich gut durch eine lineare Gleichung darstellen.

Das Äthylbromid habe ich in meinem Laboratorium durch die bekannte Einwirkung von Alkohol auf Bromkalium bei Gegenwart von Schwefelsäure hergestellt. Ich habe es dann mit Natriumkarbonat gereinigt und bei − 27° C mit Schwefelsäure behandelt. Nach reichlichem Waschen wurde es über Chlorkalzium destilliert. Die Änderungen der spezifischen Wärme verlaufen ganz analog wie beim Äthyläther.

Der Petroläther wurde von Carlo Erba bezogen. Sein Siedepunkt lag zwischen 35° und 40°. Bei der Temperatur der flüssigen Luft wurde er teigig, ohne indessen zu gefrieren.

Äthyläther		Toluol		Äthylbromid		Petroläther		Äthylalkohol		Amylalkohol		Schwefelkohlenstoff	
Temperatur	c	Temperatur	c	Temperatur	c	Temperatur	c	Temperatur	c	Temperatur	c	Temperatur	c
− 91,37°	0,514	− 92,02°	0,353	−105,47°	0,195	−161,20°	0,588	− 90,70°	0,457	− 49,15°	0,455	− 95,75°	0,195
− 74,5°	0,516	− 83,44°	0,355	− 89,45°	0,196	−126,91°	0,592	− 82,67°	0,459	− 40,2°	0,462	− 71,15°	0,194
− 50,05°	0,517	− 71,52°	0,357	− 66,32°	0,199	− 96,15°	0,596	− 71,20°	0,463	− 31,7°	0,469	− 59,4°	0,196
− 36,10°	0,519	− 62,80°	0,360	− 39,62°	0,202	− 74,15°	0,601	− 38,37°	0,486	− 27,3°	0,472	− 44,2°	0,201
− 2,31°	0,523	− 47,37°	0,365	− 28,82°	0,205	− 52,95°	0,604	− 27,97°	0,497	− 19,4°	0,480	− 26,54°	0,213
		− 25,00°	0,380			− 25,55°	0,608			− 9,55°	0,482	− 18,23°	0,217
												+ 0,09°	0,238

Die Bestimmungen wurden bei Temperaturen ausgeführt, wo er noch vollkommen flüssig war. Die spezifische Wärme dieses Gemisches ändert sich sehr wenig und, bis auf Größen, die innerhalb der Beobachtungsfehlergrenzen liegen, proportional mit der Temperatur.

Der Äthylalkohol wurde aus käuflichem 95prozentigem Alkohol in der Weise hergestellt, daß dieser zunächst über Kalziumoxyd, dann über metallischem Natrium destilliert wurde. Sein Schmelzpunkt lag bei -130^0 C, ein unzweifelhafter Beweis für die absolute Reinheit des Präparates. Die spezifische Wärme dieses Körpers ändert sich merklich mit der Temperatur, und zwar, auch in der Nähe des Schmelzpunktes, annähernd nach einem parabolischen Gesetz.

Der Amylalkohol von Erba war ganz rein (frei von Furfurol). Um ihn wasserfrei zu machen, wurde er vier Tage lang mit Chlorkalzium digeriert und dann in vollkommen trockenem Raume filtriert. Dieser Alkohol wurde selbst bei -100^0 nicht vollständig fest. Immerhin wurde er bei etwa -60^0 derartig zähflüssig, daß bereits bei dieser Temperatur die Bestimmungen nicht mehr zuverlässig waren. Die Werte für seine spezifische Wärme nehmen nach einem ganz analogen Gesetze ab, wie ich es beim Äthylalkohol gefunden habe.

Den Schwefelkohlenstoff lieferte mir Erba. Er wurde sorgfältig filtriert und mit Schwefelsäure destilliert. Seine spezifische Wärme nimmt von 0^0 bis ungefähr -45^0 sehr schnell ab. Dann nimmt sie einen ziemlich konstanten Wert von annähernd 0,195 an.

Die in den Figuren 3 und 4 mitgeteilten Kurven zeigen ohne weiteres den Gang der spezifischen Wärme für alle untersuchten Flüssigkeiten. Man sieht auf den ersten Blick, wie

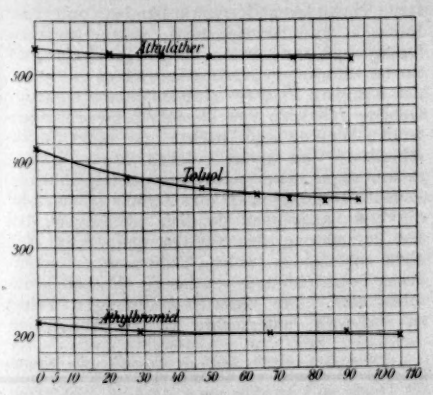


Fig. 3.

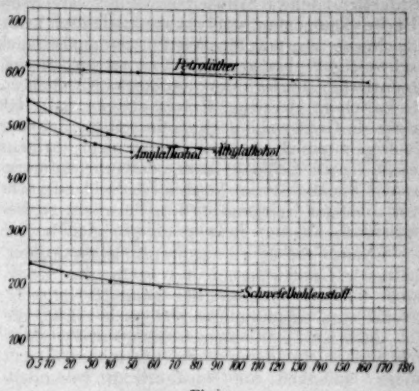


Fig. 4.

diese Kurven sich bei sehr tiefen Temperaturen asymptotisch einer Parallelen zur Temperaturachse zu nähern suchen.

(Aus dem Italienischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 1. August 1908.)

Das Nordlicht vom 30. Juni.

Von M. Brendel.

Leider hatte ich keine Gelegenheit, die auffallenden Himmelserscheinungen in den Nächten zwischen dem 30. Juni und dem 2. Juli zu beobachten. Nachdem nun aber eine größere Reihe von Beobachtern mit dankenswerter Schnelligkeit ihre Eindrücke veröffentlicht haben und damit auch für den nicht an der Beobachtung Beteiligten ein leidliches Bild über den Verlauf des Phänomens gewonnen ist, scheint es mir, als ob es sich um eine ähnliche Erscheinung handelt, wie ich sie schon häufig sowohl in hohen Breiten als auch in Deutschland beobachtete und welche ich ohne jeden Zweifel für ein Nordlicht angesehen habe. Die von den Beobachtern beschriebene Form ist die, die ich bisher bei allen Sommernordlichtern in unseren Breiten bemerkt habe, und die an der Nordküste Europas (natürlich hier mit Ausnahme der Sommerszeit) eine tägliche Erscheinung ist, aus der sich die intensiveren Polarlichter meist entwickeln.

So entsinne ich mich, in der Nacht vom 2. zum 3. Mai 1896 in Greifswald ein sehr intensives Nordlicht am Horizont beobachtet zu haben, dessen Erscheinungen mit denen des jetzigen fast identisch gewesen zu sein scheinen und das auch wie dieses in der folgenden Nacht ent-

sprechend schwächer wieder zu sehen war. Seine Farbe kann man wohl kaum treffender kennzeichnen, als mit M. Wolf[1]) als „unheimlich schwefelgelb bis grünlich"; es ist die charakteristische Farbe des „stillen" Nordlichtes. Schwächere derartige Erscheinungen habe ich dann in Greifswald noch mehrfach im Sommer wahrgenommen, so daß ich zu dem übrigens nicht neuen Schlusse kam, daß ein aufmerksamer Beobachter im Norden Deutschlands sehr viel häufiger Gelegenheit hat, Polarlicht zu beobachten, als man im allgemeinen glaubt.

Ebenso fiel es mir während meines Aufenthaltes in Greifswald auf, daß häufig ohne Rücksicht auf die Jahreszeit der gesamte Himmelsgrund eine eigentümliche Helligkeit zeigte, die ich auch als Polarlichterscheinung ansah, wenn ich auch nicht immer konstatieren konnte, daß diese Helligkeit am Nordhorizont besonders intensiv gewesen wäre. Gelegentlich meiner Übersiedelung nach Göttingen 1898 machte ich bei einem Gespräch mit E. Wiechert diesen auf diese Erscheinungen aufmerksam, der dann auch sehr geeignete Maßregeln traf, um etwa in Göttingen auftretende Nordlichter zu beobachten; indessen scheinen doch in der Breite von Göttingen diese schon recht selten zu sein, so daß leider keine weiteren derartigen Beobachtungen gelangen; die Ausführungen von E. Wiechert[2]) bestätigen aber das hier und weiter unten Gesagte.

In Bossekop an der Nordküste Lapplands hatte ich im Winter 1891/92 gemeinsam mit O. Baschin fast täglich — wenn der Himmel, wie sehr häufig, klar war — Gelegenheit, gerade diese Form des Nordlichtes zu beobachten. Dort zeigte es sich in den Nächten, in denen es am wenigsten intensiv auftrat, gewöhnlich durch eine Helligkeit im magnetischen Norden, die im Kontrast mit dem dunklen Segment in Bogenform erschien mit einer schärfer begrenzten unteren und weniger scharf begrenzten oberen Grenze, und aus der die eigentlichen Nordlichtbogen sich erhoben, um unter mehr oder weniger starker Formänderung in die Höhe zu steigen. Blieb die Erscheinung schwach, so verblaßten diese Bogen, ehe sie eine sehr beträchtliche Höhe erreichten; sie zeigten niemals eine innere Struktur; an Tagen größerer Intensität stiegen sie bis zum Zenit und verschwanden im Süden, wobei je nach der Intensität aus ihnen sich sogenannte Bänder (Draperien) mit deutlicher strahlenförmiger Struktur oder gar die Nordlichtkrone entwickelte.

Die Mannigfaltigkeit der Nordlichtformen ist bekanntlich so groß, daß man sie kaum alle beschreiben kann, und die eben geschilderte ist nur die gewöhnliche (gewissermaßen normale), die wohl auch für die Erscheinungen vom 30. Juni in Betracht kommt, die man aber in unseren Breiten meist übersieht, wenn sie nicht besonders hell ist. M. P. Rudzki in Krakau hat auch in der Tat einen bogenförmigen Streifen über dem hellen Segment beobachtet.

Die Einwände einiger Beobachter, daß das Nordlicht keine strahlenförmige Anordnung zeigte und daß keine größeren magnetischen Störungen aufgetreten sind, sind nicht begründet; denn die meisten Nordlichter zeigten gar keine innere Struktur; diese ist vielmehr nur den Bändern (Draperien oder Krone) und den Strahlen (oder Säulen) eigen, die gewiß nur eine andere perspektivische Form der Bänder sind. Die häufigeren Nordlichterscheinungen, das Segment und die Bogen sowie der Nordlichtdunst oder Wolken (Lueur) lassen eine solche nicht erkennen. Starke magnetische Störungen begleiten nur solche Nordlichter, welche eine gewisse Höhe über dem Horizont haben und starke Bewegung zeigen.

Überraschend könnte es scheinen, daß einige Beobachter, namentlich die mit den seinerzeit sichtbaren leuchtenden Nachtwolken vertrauten, in der Erscheinung leuchtende Wolken erkennen wollen. Gewiß könnte diese Erscheinung an sich plausibel erscheinen; auch M. Wolf beschreibt in sehr anschaulicher Weise die von ihm beobachteten gleichzeitigen Erscheinungen von Wolkenbildungen; aber diese Beobachtungen, welche gegen eine Annahme von Nordlicht zu sprechen scheinen, bestätigen in ganz auffallender Weise unsere[1]) im Norden so oft gemachten ähnlichen Beobachtungen. Dort änderten, wie ich schon oben bemerkte, die Nordlichtbogen, die sich vom Nordhorizont emporhoben, bei Erreichung einer gewissen Höhe stets ihre Form; diese Formänderung bestand entweder im Zerfall in Bänder von großer Intensität und Beweglichkeit, welche strahlenförmig angeordnet waren und mit großen magnetischen Störungen verbunden waren — oder, der häufigere Fall, sie zerfielen in wolkenartige Gebilde, die sich von kleinen, schwach leuchtenden Wolken im Ansehen gar nicht unterschieden. Von einem solchen Bogen gelang es mir sogar, zwei sukzessive photographische Aufnahmen im Moment des Zerfalls zu machen; die erste zeigt noch deutlich den Bogen, bei der Betrachtung der zweiten kann man sich nicht entscheiden, welche Teile man als eigentliches Polarlicht und welche als Wolken anzusehen sind. Um diese Beobachtungen weiter zu verfolgen, untersuchte ich die Absorption

1) Astron. Nachr. 4266.
2) Diese Zeitschr. **3**, 365, 1902.

1) S. a. A. Paulsen, Effet de l'humidité de l'air etc. Bulletin de l'Académie royale de Danemark. 1895; Th. Arendt, Die Theorie des Polarlichtes von A. Paulsen. Das Wetter, Heft 3, 1897.

dieser wolkenähnlichen Gebilde, und es zeigte sich, daß im Gegensatz zu den meisten Nordlichterscheinungen, welche das Sternenlicht fast ungeschwächt hindurchlassen, bei einigen dieser Gebilde eine fast vollkommene Absorption stattfand. Die Beobachtung fand in der Weise statt, daß ich mit ruhender photographischer Kamera einige Sterne während längerer Zeit aufnahm und die Zeitpunkte notierte, zu denen sich in der aufgenommenen Gegend derartige leuchtende Wolken bildeten und wieder verschwanden. Die vom Stern gezeichnete Kurve zeigt auf dem Photogramm teils eine starke Verbreiterung, teils eine vollkommene Unterbrechung; ich brauche kaum zu bemerken, daß sich dies nicht nur an einer Sternkurve, sondern an mehreren benachbarten zeigt und daß auf anderen Aufnahmen die Kurven glatt verlaufen, also ein Objektiv- oder Plattenfehler nicht vorliegt. Die Wölkchen selbst waren zu schwach, als daß sie auf der Platte einen Eindruck gemacht hätten; aber die ganze Platte zeigt, wie fast alle meine Aufnahmen aus dem Norden, eine erhebliche Schwärzung, die aber sehr wohl von meinem dabei angewandten außerordentlich harten Entwicklungsverfahren herrühren kann, mit dessen Anwendung es überhaupt erst möglich wurde, die Nordlichterscheinungen aus der Platte herauszuholen.

Häufig beobachteten wir eine Mischung von Wolken und Nordlichtdunst; am auffallendsten sind aber die Beobachtungen, die wir am 12. Januar 1892 machten; mein Tagebuch berichtet darüber:

„Bis abends bedeckt; gegen 10^p teilweise Aufklärung von Norden aus; $10^p\,59^m$ bis $11^p\,0{,}5^m$ schwacher Bogen durch Zenit; $11^p\,15^m$ helles Band am Nordhimmel nahe Zenit, das gleich wieder verschwindet; $11^p\,22^m$ mehrere helle Bänder in NW, die $11^p\,26^m$ nahezu verblaßt sind; $11^p\,30^m$ schwacher Bogen von W nach Zenit; $11^p\,32{,}7^m$ helle Bänder in W; $11^p\,35^m$ bis 45^m Band in NW, Bogen in N. Die gesamten Erscheinungen bewegen sich, wie immer, N—S; der ganze Südhimmel ist von mit vom Monde beleuchteten Wolken bedeckt, die sich mit der gleichen Geschwindigkeit, wie das Nordlicht N—S bewegen, während die Grenze zwischen Wolkenschleier und klarem Himmel seine Lage nicht ändert und beständig E—W durch das Zenit geht; die Nordlichtbänder bewegen sich bis zur Wolkengrenze, wo es den Anschein hat, als ob sie sich direkt in Wolken transformieren, die dann mit der gleichen Geschwindigkeit sich weiter bewegen. Im N sind Sterne 3. bis 4. Größe zu sehen, im S ist selbst der Mond stark verschleiert; der Wind wurde als leiser Zug aus E notiert. Diese Erscheinung war bis etwa $12^p\,40^m$ zu beobachten, während sich $12^p\,20^m$ auch der Osthimmel etwas aufgeklärt hatte; $12^p\,40^m$ bezieht es sich plötzlich ganz, mit Ausnahme des Nordhorizontes. $12^p\,48^m$ beginnt wieder Aufklärung von N aus; von Nordlicht ist nichts mehr zu bemerken."

Ein Zusammenhang zwischen Polarlicht und Bildung von Wolken ist heute nicht mehr zu leugnen; wollte man eine solche Annahme doch verwerfen, so wäre nur anzunehmen, daß sich am Südhimmel eine dünne Wolkenwand befand, die eine durch das Zenit gehende scharfe Grenze hatte; eine solche Wolkenwand hat man bekanntlich häufig Gelegenheit zu beobachten, besonders bei Mondschein. Die Bewegung auch der Wolken nach Süden müßte man dann einer — von mir ungern zugegebenen — Täuschung zuschreiben, hervorgerufen durch die auch am Südhimmel vor sich gehende Bewegung des Nordlichtdunstes in dieser Richtung, in welchem Falle aber der Nordlichtdunst unter den Wolken sich bewegt haben müßte.

Hiermit wirft sich auch die immer noch unentschiedene Frage nach der Höhe der Nordlichterscheinungen über der Erdoberfläche auf. Die Beobachter berichten darüber, daß ihnen das Nordlicht bald in ganz enormen Höhen vor sich zu gehen schien, bald dicht über dem Erdboden; auch ich habe sehr häufig den Eindruck gehabt, als ob wir diese Erscheinung in ziemlich geringe Höhen zu setzen hätten. Zur Feststellung der Höhe des „stillen" Nordlichts möchte ich — mit aller Vorsicht — folgende Auffassung zur Diskussion stellen, zu der ich dadurch kam, daß das Nordlichtsegment am Nordhorizont in allen Breiten in der gleichen Form und sogar in nicht allzu verschiedenen Höhen aufzutreten pflegt, mit dem einzigen Unterschied, daß das dunkle (untere) Segment nur in hohen Breiten sich ausprägt. Fr. Busch[1]) in Arnsberg i. W. hat die Höhe des höchsten Punktes des Gebildes vom 30. Juni zu 5^0 gemessen, woraus sich unter der Annahme von leuchtenden Wolken, wie Fr. Busch auch angibt, eine Höhe von rund 52 km ergeben würde. Bei dieser Höhe hätte aber das Gebilde eine Parallaxe zeigen müssen und z. B. von Kopenhagen aus im Westen oder nahe dem Zenit sichtbar sein müssen. Ich will versuchen, eine Erklärung dafür zu geben, daß diese Nordlichterscheinungen keine Parallaxe zeigen und daß dagegen die Perspektive die Hauptrolle bei den Form- und Lageverschiedenheiten spielt.

Denken wir uns in einer gewissen Höhe über der Erdoberfläche einen dünnen Nordlichtschleier wie einen Mantel ausgebreitet, der nach Norden zu an Intensität zunimmt und durch den sich die so häufig zu beobachtende ausgebreitete Himmelshelligkeit erklärt; im Zenit sieht man durch diesen Mantel senkrecht hin-

1) Meteorologische Zeitschr. 1908, Juli.

durch ($\beta = 90^0$) und am Horizont unter dem kleinsten Winkel. Die scheinbare Intensität des Lichtes muß dann roh genähert so zunehmen, wie der Sinus des Winkels, unter dem man durch den Mantel hindurch sieht. Ist a die Höhe des Mantels über der Erde, r der Krümmungsradius der Erde oder des Mantels, so findet sich dieser Winkel für den Horizont sehr nahe aus

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{a}{r}}.$$

Das Bemerkenswerte ist, daß β von der Lage des Beobachtungsortes unabhängig ist, die Erscheinung also keine Parallaxe zeigt, wie sie ein begrenztes Gebilde haben müßte; hiermit scheinen alle Beobachtungen übereinzustimmen; bei den resp. Höhen

$a = 0{,}5 \quad 2 \quad 10 \quad 50 \quad 100$ km

findet man übrigens für den Horizont

$\beta = 0{,}7^0 \quad 1{,}6^0 \quad 3^0 \quad 7^0 \quad 10^0$.

Je geringer die Höhe a ist, desto stärker muß die Intensitätszunahme nach dem Horizonte zu sein.

Nehmen wir ferner an, daß dieser Mantel (wenigstens abgesehen von einem schwachen Untergrund) keine gleichmäßige Fläche bilde, sondern daß die leuchtenden Teile in mehr oder weniger exakt geformten Ringen geordnet sind, die konzentrisch den magnetischen Nordpol umschließen, in einer gewissen Entfernung von diesem sich bilden und nach Süden wandern, so würden gerade die Erscheinungen entstehen, die das Nordlicht als Norm bietet und auch das in den nördlichen Breiten sichtbare dunkle Segment würde sich erklären.

Aus Messungen der Horizontalhöhe des dunklen Segments an verschiedenen Orten würde sich die Höhe dieses Mantels, der übrigens die „Aurore de la première classe" von A. Paulsen[1]) darstellen würde, über der Erdoberfläche ergeben.

Eine Wanderung der Nordlichterscheinung als Ganzes von Nord nach Süd, bald mit außerordentlich großer, bald mit geringerer Geschwindigkeit, haben wir in Bossekop fast ausnahmslos beobachtet, während die sehr intensiven Teile (meist Bänder) innerhalb des Ganzen sehr lebhafte Bewegungen auch nach anderen Richtungen, meist wohl geradezu Ost—West oder umgekehrt, zeigten.

Ich will diese Ideen hier nicht weiter ausführen, weil deren Verfolgung noch das Zusammenstellen weiterer Beobachtungen und eine eingehende Bezugnahme auf die von Arrhenius, Birkeland, Nordman, Paulsen u. a. aufgestellten Theorien erfordert. — Ebenso will ich es dahingestellt sein lassen, ob die Paulsenschen „Aurores de la deuxième classe", d. h. die lebhaften Erscheinungen, welche eine strahlenförmige Struktur zeigen und mit starken magnetischen Störungen verbunden sind, nur eine perspektivische Erscheinung des „stillen" Nordlichtes sind oder aus dem Mantel emanieren.

Frankfurt a. M., August 1908.

(Eingegangen 1. September 1908.)

1) Sur les récentes théories de l'aurore polaire. Bulletin de l'Académie royale de Danemark. 1906, Nr. 2.

Experimentelle Prüfung der Superpositionssätze für Wechselstrom im körperlichen Leiter.

Von H. Hausrath.

Zu den linearen Beziehungen zwischen den Ladungen und Potentialdifferenzen, welche von Maxwell für elektrostatisch geladene Konduktoren aufgestellt worden sind, gilt bekanntlich ein analoges Gleichungssystem auch für die an bestimmten Punkten eines Leitungsnetzes bestehenden Stromstärken und Spannungen. Dieser zuerst von Gauß aufgestellte Ansatz findet sich in seinem hinterlassenen Tagebuch zwischen Beobachtungsprotokollen vom Jahre 1833[1]). Die hiermit identischen Maxwellschen Beziehungen[2]) für das allgemeine System linearer Leiter haben als Grundlage für die Berechnung elektrischer Leitungsnetze wichtige praktische Anwendung gefunden.

Daß formal gleiche Bedingungen für lineare Leitungsnetze auch bei stationärem Wechselstrom bestehen, ist vom Verfasser an anderer Stelle[3]) abgeleitet worden. Existieren an einem System elektrischer Leiter n-Punkte (praktisch Flächen, die bei allen Verteilungen Potentialniveauflächen sind), für welche die an ihnen aus dem System heraustretenden Ströme bzw. die zwischen diesen Punkten bestehenden Spannungsdifferenzen gesucht sind, so lauten in symbolischer Schreibweise (d. h. unter Verwendung komplexer „Widerstandsoperatoren") die Superpositionsgleichungen für die Stromstärken:

$$i_1 = Y_1 (v_1 - v_n) + Y_{12} (v_2 - v_n) + \cdots + Y_{1,\,n-1} (v_{n-1} - v_n),$$

$$i_2 = Y_{12} (v_1 - v_n) + Y_2 (v_2 - v_n) + \cdots + Y_{2,\,n-1} (v_{n-1} - v_n),$$

$$\cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots \cdots$$

$$i_{n-1} = Y_{1,\,n-1} (v_1 - v_n) + Y_{2,\,n-1} (v_2 - v_n) + \cdots + Y_{n-1} (v_{n-1} - v_n).$$

Hieraus ergeben sich mittels der Abkürzungen:

1) Gaußsche Denkschriften, V. Bd., S. 161.
2) Maxwell, Elektrizität und Magnetismus I, S. 419 ff.
3) Die Untersuchung elektrischer Systeme auf Grundlage der Superpositionsprinzipien. Berlin, Julius Springer, 1907.

$$\frac{\Delta_i}{\Delta} = W_i \quad \text{und} \quad \frac{\Delta_{ik}}{\Delta} = W_{ik}$$

die Superpositionsgleichungen für die Spannungsdifferenzen:

$$v_1 - v_n = W_1 i_1 + W_{12} i_2 + \cdots\cdots + W_{1,n-1} i_{n-1},$$
$$v_2 - v_n = W_{12} i_1 + W_2 i_2 + \cdots\cdots + W_{2,n-1} i_{n-1},$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$v_{n-1} - v_n = W_{1,n-1} i_1 + W_{2,n-1} i_2 + \cdots\cdots + W_{n-1} i_{n-1}.$$

Die physikalische Bedeutung und die experimentelle Bestimmung der komplexen Koeffizienten Y und W ist in der zitierten Schrift ausgeführt. Insbesondere sind die Beziehungen zu bemerken:

$$Y_i = -\sum_{k=1}^{k=n} Y_{ik},$$

wobei Y_{ii} in der Summe nicht vorkommt. Hiernach bleiben nur die $\frac{n(n-1)}{2}$ Koeffizienten $Y_{ik} = Y_{ki}$ übrig, die als Teiladmittanzen der Verbindungszweige zwischen den n-Punkten bezeichnet wurden, durch die das System in bezug auf seine elektrischen Eigenschaften ersetzt werden kann. Diese n-Punkte wurden die Bezugspunkte des Systems genannt.

Auf dieser Grundlage ergab sich eine systematische Entwicklung schon bekannter sowie bisher noch nicht gefundener elektrischer Meßmethoden, welche sich auf die Untersuchung von Fernleitungen, Transformatoren und Anlagen beziehen. Die praktische Anwendung dieser Verfahren bleibt jedoch ebenso wie im allgemeinen auch jede auf dem Ohmschen Gesetz beruhende Gleichstrommessung dem Einwand ausgesetzt, daß die theoretischen Beziehungen nur für lineare Leiter aufgestellt sind, also für einen Grenzfall, der in der Praxis stets nur mit einer gewissen Annäherung realisiert werden kann.

Dabei ist natürlich zu unterscheiden zwischen der Frage, ob das Superpositionsprinzip selbst auch für Strömungen in massiven Körpern Gültigkeit besitzt und der andern, ob die Meßanordnung so eingerichtet werden kann, daß sich die gemessenen Koeffizienten auf praktisch realisierbare „Bezugspunkte" beziehen lassen. Nur die erstere Frage ist von prinzipiellem Interesse.

Während nun die Gültigkeit der Superpositionsprinzipien für konstante Ströme im körperlichen Leiter schon im Jahre 1853 von Helmholtz[1]) aus bekannten Sätzen der Potentialtheorie abgeleitet wurde, ist ein entsprechender allgemeiner Beweis für Wechselströme, also beim Auftreten von induktiven und Kondensatorwirkungen nach Wissen des Verfassers noch nicht gebracht worden. Ihre Gültigkeit für massive Leiter könnte wohl nur dann aus der Gültigkeit für lineare Systeme abgeleitet werden, wenn man einen massiven Leiter in bezug auf seine elektrischen Eigenschaften durch einen regelmäßigen Netzkörper mit gegen ihre Länge unendlich dünnen Fäden ersetzen darf. Da dies jedoch auch ohne bestimmte Annahme für das Bildungsgesetz des linearen Ersatzkörpers nicht als selbstverständlich vorausgesetzt werden kann, hat Verfasser schon früher[1]) eine experimentelle Prüfung des Superpositionsprinzips für Wechselstrom in massiven Leitern versucht, die auf dem durch Strom- und Spannungsmessung ausführbaren Nachweis eines aus den Superpositionsgleichungen folgenden Reziprozitätssatzes beruhte.

Aus den oben stehenden Gleichungssystemen für vier Bezugspunkte ergaben sich nämlich vier Reziprozitätssätze[2]). Der hier benutzte Satz ist für Gleichstrom schon von Helmholtz aufgestellt. Er lautet in der Formulierung von Maxwell:

„Es seien A, B, C, D vier Punkte unseres Leitungssystems. Tritt ein Strom von der Stärke $\mathfrak{J}$ durch den Punkt A ein und verläßt ihn im Punkte B, so ist die dadurch entstehende Potentialdifferenz zwischen C und D ebenso groß, wie die zwischen A und B entstehende Potentialdifferenz, wenn der Strom von derselben Stärke $\mathfrak{J}$ das System in C betritt und in D verläßt."

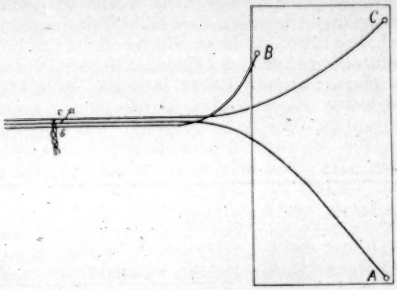
Dieser Satz wurde für Wechselstrom an einem Netz mit Selbst- und gegenseitigen Induktionen sowie Kapazitäten bestätigt. Die Prüfung mit massiven Leitern konnte aber nur in der Weise ausgeführt werden, daß solche in das Innere von Luftspulen mit zwei Paaren von Anschlüssen gebracht wurden.

Inzwischen ist es nach Beschaffung einer Hochfrequenzmaschine von 14 Kilowatt Leistung möglich geworden, diese Messungen direkt an einem massiven ausgedehnten Leiter auszuführen. Hierüber soll im folgenden berichtet werden.

Ein 0,2 mm starkes Rheotanblech[3]) von 1 m Länge und $^1/_2$ m Breite wurde an den Punkten A, B, C (Figur) mit Stromzuführungen aus 8 mm dickem Kupferdraht versehen. Diese wurden nebeneinander fortgeführt und in 70 cm Entfernung von der Platte an den dicht beieinander liegenden Punkten a, b, c mit je einer Abzweigung versehen. Letztere waren eng verdrillt zur beweglichen Spule eines wirbelstromfreien Spiegeldynamometers geführt. 1 m

1) Helmholtz, Ges. Abhn. I, S. 475.

1) l. c., S. 15ff.
2) l. c., S. 70ff.
3) Für freundliche Überlassung desselben bin ich der Firma F. Lange, Aue in Sachsen, zu Dank verpflichtet.



außerhalb der Abzweigungsstelle erfolgte der Anschluß an zwei ebenfalls eng nebeneinander zur Stromquelle durch ein Hitzdrahtamperemeter führende Kabel in der Weise, daß der Anschluß wahlweise nach a und b oder nach a und c erfolgen konnte. Entsprechend konnte das entfernt aufgestellte Dynamometer wahlweise an die Abzweigungen von a und c bzw. a und b angeschlossen werden.

Die Messung bestand darin, daß einmal der Strom durch ac (i_{ac}) und die Spannung an ab (Ausschlag α_{ab}), das andere Mal der Strom durch ab und die Spannung an ac gemessen wurden. Das Verhältnis beider muß dann nach dem obigen Reziprozitätssatz in beiden Schaltungen dasselbe sein. Die Punkte a, b, c sind hierbei die Bezugspunkte des untersuchten Systems.

Um genügende Meßgenauigkeit zu erzielen, wurde der Strom der Hochfrequenzmaschine durch die Primärwicklung eines Induktors (Resonanzinduktor von Boas mit auswechselbaren Primär- und Sekundärspulen) geschickt und gleichzeitig auf eine Starkstromwicklung und eine Schwachstromwicklung transformiert. Die erstere lieferte bei 1142 Perioden pro Sekunde gegen 30 Ampere durch die Meßanordnung, die andere diente als Hilfsstromquelle für die feste Spule des Dynamometers. Infolge der sehr schwachen Koppelung am Transformator änderte sich die Tourenzahl der Maschine kaum beim Auswechseln der beiden Schaltungen.

Die folgenden Beobachtungsdaten zeigen tatsächlich den gleichen Betrag für das Verhältnis der zusammengehörigen Werte der Stromstärke und der Ausschläge in den beiden Schaltungen. Sie geben also eine experimentelle Bestätigung des Reziprozitätssatzes und damit der Superpositionsgleichungen auch bei Systemen mit extrem großem Skineffekt.

$$\frac{\alpha_{ab}}{i_{ac}} = \frac{400{,}0}{27{,}7} = 14{,}44,$$

$$\frac{\alpha_{ac}}{i_{ab}} = \frac{400{,}3}{27{,}7} = 14{,}45,$$

$$\frac{\alpha_{ac}}{i_{ab}} = \frac{401{,}6}{27{,}8} = 14{,}45,$$

$$\frac{\alpha_{ab}}{i_{ac}} = \frac{398{,}3}{27{,}5} = 14{,}48.$$

Um diese in Anbetracht von unvermeidlichen kleinen Schwankungen der Maschine vorzügliche Übereinstimmung zu erhalten, mußte Sorge getragen werden, daß die Zuleitungen in beiden Schaltungen direkt aneinander lagen. Bei der getroffenen Anordnung war ein merklicher Einfluß der nicht ganz vermeidlichen gegenseitigen Induktion von dem außerhalb der Bezugspunkte a, b, c befindlichen Teil des Stromkreises auf das untersuchte System durch genügend lange eng parallel geführte Zuleitungen vermieden. Ebenso war Induktion auf die zum Dynamometer führenden eng verdrillten Schleifen ausgeschlossen.

Die Erfüllung dieser Bedingung ist notwendig, damit die Superpositionsgleichungen für das auf die Punkte a, b, c bezogene System in der getroffenen Anordnung gültig sind, denn die Gleichungen setzen ein in sich geschlossenes, also von außen nicht induziertes System voraus. Jedoch ist ein bei beliebigen Stromverteilungen innerhalb des betrachteten Systems stets gleiches von außen induzierendes Wechselfeld unschädlich, denn es erzeugt in ihm eine stationäre Spannungsverteilung, welche sich über die jeweilige des Systems superponiert. Deshalb fällt bei den getroffenen Versuchsbedingungen der Einfluß des Feldes der Stromquelle und der Zuleitungen ganz heraus.

Würden dagegen etwa die Punkte A, B, C als Bezugspunkte gewählt, so könnten diese Bedingungen nicht erfüllt werden. Denn die Spannungsmessung erfordert die Herstellung von Schleifen, durch welche das Meßinstrument an die räumlich getrennten Bezugspunkte angelegt wird. Zwar kann die hierdurch entstehende Abweichung der Spannungsdifferenz an den Voltmeterklemmen und der zu messenden Spannungsdifferenz an den Bezugspunkten prinzipiell dadurch eliminiert werden, daß man die Abzweigungen von den Bezugspunkten längs der Richtung der elektrischen Kraftlinien bis zur Fläche der Feldintensität Null führt und erst in dieser durch das Dynamometer verbindet. Praktisch ist jedoch dieses Verfahren nur bei der Untersuchung von Kabeln ausführbar, weil dort die Richtung des elektrischen Feldes durch den Querschnitt gegeben ist und die neutrale Fläche durch den ganzen Raum außerhalb des Kabelmantels repräsentiert wird, wenn dieser gegen die auf einem Kreis verteilten Adern isoliert ist.

Im vorliegenden Fall eines unsymmetrisch ausgedehnten Systems kann die Feldrichtung nicht angegeben werden. Um trotzdem eine

wenigstens angenäherte Messung der Spannungsverteilung an Punkten des massiven Blechs selbst vornehmen zu können, wurde das Blech an der Längswand eines Zimmers von 10 zu 6 m Bodenfläche angebracht und die Zuleitungen den Wänden entlang zu dem gegenüber aufgestellten Transformator geführt. Das Dynamometer stand in der Mitte des Raumes.

Es konnten so innerhalb der Grenzen, in welchen die Feldlinien nach Schätzung verlaufen mußten, eine Richtung für jede Abzweigung gefunden werden, für welche sich die oben benutzte Reziprozitätsbeziehung wieder bestätigte. Indem schließlich die Abzweigungen an den Punkten A, B, C vom Blech losgelöst und darauf A mit B bzw. A mit C durch einen Draht verbunden wurden, ergab der Dynamometerausschlag ein angenähertes Maß für den induktiven Spannungsabfall zwischen diesen Punkten. Er betrug ungefähr die Hälfte des zugehörigen gesamten Spannungsabfalls.

Bei den oben wiedergegebenen Messungen an dem geschlossenen System mit den Bezugspunkten a, b, c hätten sich also erhebliche Abweichungen von dem geprüften Reziprozitätssatz ergeben müssen, wenn die Induktionswirkungen in massiven Leitern mit der Gültigkeit der Superpositionssätze nicht verträglich wären.

(Eingegangen 3. September 1908.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Habilitiert: An der Universität München Dr. Peter Paul Koch für Physik, an der Universität Zürich Dr. E. Unger für Physik.

Verliehen: Den ord. Professoren an der Technischen Hochschule Darmstadt Dr. Otto Dieffenbach (Chemische Technologie und Elektrochemie), Dr. Hermann Wiener (Mathematik) und Dr. Karl Wirtz (Elektrotechnik) der Charakter als Geheimer Hofrat.

Ernannt: Dr. J. J. van Laar zum Lektor für Chemie an der Universität Amsterdam, der a. o. Professor an der Technischen Hochschule Wien Dr. Max Reithoffer zum ord. Professor ebenda, der Privatdozent für organische Chemie und Enzyklopädie der Chemie an der Universität und Technischen Hochschule Graz Dr. Franz Hemmelmayr von Augustenfeld und der Privatdozent für allgemeine und physikalische Chemie an der Universität Graz Dr. Robert Kremann zu a. o. Professoren ebenda, Dr. Hugh Marshall zum ord. Professor für Chemie an der Universität Dundee.

Gestorben: Der Honorarprofessor für medizinische und pathologische Chemie am Kaiserlichen Klinischen Institut der Großfürstin Helena Paulovna in St. Petersburg Dr. Alexander von Pöhl, der Privatdozent für Physik an der Universität Wien Dr. James Moser, der frühere Professor der Chemie an der Universität Toronto, Dr. X. Y. Hind.

Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1908/09.

Technische Hochschule Aachen.

Wüllner: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Akustik, Magnetismus und Elektrizität, 6; Physik in mathematischer und experimenteller Behandlungsweise: Die Lehre von den schwingenden Bewegungen, 3; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Seitz, Bernoulli und Nordmeyer). — **Seitz:** Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalische Technik, als Einleitung zu den Übungen im physikalischen Laboratorium, 2; Experimentalphysik, enzyklopädischer Kursus: Mechanik, Elektrizität, Magnetismus, 2. — **Bernoulli:** Optische und elektrische Eigenschaften der Metalle, 1; Strahlungstheorie und optische Temperaturmessung, 1. — **Nordmeyer:** Photographie, 1, Übungen, 2. — **Polis:** Allgemeine Meteorologie, 2; Ausgewählte Kapitel der Meteorologie I, 1; Meteorologische Technik, 1, Übungen. — **Bidlingmaier:** Einleitung in die Lehre vom Erdmagnetismus, 2. — **Grotrian:** Physikalische Grundlage der Elektrotechnik, 5; Theoretische Elektrotechnik, 3; Elektrotechnisches Praktikum, 8. — **Rasch:** Elektrische Bahnen, 1; Einleitung in die Elektrotechnik, 2; Konstruktionslehre der Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2. — **Finzi:** Elektrische Leitungsanlagen, 2, Übungen, 2. — **Hamacher:** Praktische Telegraphie und Telephonie, 2. — **Junkers:** Wärmetechnik, 2, Übungen, 2; Maschinen-Laboratorium I, Übungen, 4, II, 1, Übungen, 4. — **Köchy:** Lokomotivbau, 2; Eisenbahnbetriebs- und Sicherungsanlagen, 2, Übungen, 1. — **Langer:** Maschinenelemente, 4, Übungen, 5; Rotierende Kraft- und Arbeitsmaschinen, 3, Übungen, 4. — **Rötscher:** Einleitung in den Maschinenbau, 2, Übungen, 6; Mechanische Technologie, 3, Übungen, 2; Übungen im Laboratorium für mechanische Technologie, 2. — **Wallichs:** Dampfmaschinen, 4, Übungen, 6; Werkzeugmaschinenbau und Maschinenfabrikation, 3, Übungen, 4. — **Lutz:** Heizung und Lüftung, 2; Kraftfahrzeuge, 3, Übungen, 2; Abriß der Maschinenelemente, 3, Übungen, 3. —

Bredt: Organische Experimentalchemie II, 3; Organisches Praktikum (mit Levy). — **Classen:** Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 4; Experimentalchemie, 2; Anorganisches Praktikum (mit Cloeren, Fischer, Scheen, Hensen und Weise); Elektrochemisches Praktikum (mit Fischer). — **Rau:** Chemische Technologie, 4; Entwerfen von chemischen Apparaten und Fabrikanlagen, 4; Chemisch-Technisches Praktikum (mit Lambris und Wornast). — **Schenck:** Physikalische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1. — **Cloeren:** Analytische Chemie, 2. — **v. Kapff:** Chemische Technologie der Gespinstfasern: Färberei, Bleicherei usw., 2, Übungen, 4. — **Bornemann:** Repetitorium der physikalischen Chemie, 2. —

Blumenthal: Höhere Mathematik I, 6 bezw. 4, Übungen, 2. — **Furtwängler:** Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel der Mathematik: Praxis der Differentialgleichungen, g. — **Kötter:** Darstellende Geometrie, 4, Zeichnen, 4; Graphische Statik, 2, Zeichnen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der graphischen Statik, 1. — **Reißner:** Mechanik I, 5, Übungen, 1, II, 3, Übungen, 1; Ausgewählte Teile der Technischen Mechanik: Festigkeit ebener und gekrümmter Platten, 2 g. — **Haußmann:** Markscheiden und Feldmessen, 4, Übungen, ½ Tag; Markscheiderische Zeichen- und Rechen-Übungen, 2; Ausgleichungsrechnung, 2, Übungen, 1; Enzyklopädie der Markscheidekunde, 2; Sphärische Trigonometrie, 1; Trigonometrische Übungen, 2. — **Schumann:** Praktische Geometrie I, 3, II, 2; Geodätisches Praktikum I, 2; Planzeichnen und Geodätisches Praktikum II, 4; Ausgewählte Kapitel der Geodäsie, 1 g; Eisenbahntrassieren, 2. —

Universität Basel.

A. Hagenbach: Experimentalphysik II: Optik, Wärme und Elektrizität, 6; Physikalisches Praktikum für Anfänger (mit Veillon), 8, für Vorgerückte, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 g. — **Hagenbach-Bischoff:** Geschichte der Physik, 2 g. — **Von der Mühll:** Analytische Mechanik, mit Übungen, 4; Ein Kapitel der mathematischen Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 2 g. — **Veillon:** Elektrische Messungen, 2. —

Nietzki: Chemisches Vollpraktikum (mit Rupe und Fichter), tägl.; Chemisches Kränzchen (mit Rupe und Fichter), 1 g. — **Rupe:** Organische Experimentalchemie, 4. — **Fichter:** Elektrochemie, 2; Maßanalyse und Gasanalyse, 1; Analytisches Halbpraktikum, 9. — **Kreis:** Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Übungen in der Untersuchung von Lebensmitteln, 4; Arbeiten im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. — **Müller:** Physikalische Chemie I, 2. — **Beuttner:** Pharmakognosie I, 3; Pharmazeutische Chemie I, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 3 Nachmittage; Mi-

kroskopische Übungen der Pharmakognosie, 2; Pharmazeutisches Kolloquium, 1 *g*. —

Kinkelin: Algebraische Analysis, 3. — **Riggenbach**: Astronomische Geographie, 3. — **Fueter**: Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 1 *g*; Flächentheorie, 2, Übungen, 1 *g*; Gewöhnliche Differentialgleichungen, 2. — **Flatt**: Pädagogisches Seminar, mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung, 1, 3; Geometrie der Lage, 2. — **Spieß**: Geschichte der Mathematik, 2. —

Universität Berlin.

Rubens: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5, Mathematische Ergänzung, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, $1^1/_2$ *g*; Arbeiten im physikalischen Laboratorium für Geübtere (mit Wehnelt), tägl. — **Planck**: Theorie der Wärme, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 1 *g*. — **Wehnelt**: Angewandte Elektrizitätslehre, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger II (mit Blasius), 7, für Pharmazeuten, 3. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Drahtlose Telegraphie und Telephonie, 2. — **Warburg**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Physik, 2. — **Blasius**: Physikalischer Kursus für Mediziner, $3^1/_2$; Übungen im Anschluß an das physikalische Praktikum, 1 *g*. — **Neesen**: Elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie (Theorie), 1 *g*. — **E. Meyer**: Einführung in die moderne Maschinentechnik, 2; Technische Exkursionen, 2—3wöchig, 1 Nachmittag *g*. — **Krigar-Menzel**: Theoretische Physik III: Elektrizität und Magnetismus, 4. — **Weinstein**: Einleitung in die mathematische Physik, Mechanik, Akustik, Wärme, 3; Naturphilosophie, Weltanschauungen, 1 *g*. — **Aschkinaß**: Elemente der höheren Mathematik, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung in den Naturwissenschaften, 2. — **Martens**: Die wichtigsten Kapitel aus der Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 2. — **Börnstein**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 3; Wetterkunde, 1; Übungen in Herstellung und Gebrauch physikalischer Unterrichtsapparate, 4; Physikalisches Praktikum für Chemiker, 3; Physikalische Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Fock**: Über die Grundlagen der Physik und Chemie, 1; Ausgewählte Kapitel der chemischen Kristallographie, 1 *g*. — **Gehrcke**: Theorie der Wechselströme und elektromagnetischen Wellen, $1^1/_2$. — **Grüneisen**: Differentialgleichungen schwingender Systeme, 1 *g*. — **Valentiner**: Vektoranalysis mit Anwendung auf die mathematische Physik und auf technische Probleme, 2. — **Kiebitz**: Elektrische Wellen und ihre Anwendung in der drahtlosen Telegraphie, 2. — **Hahn**: Die Radioaktivität, 1. — **Laue**: Elektronentheorie, 2 *g*. — **Henning**: Ausgewählte Kapitel aus der Potentialtheorie, 1 *g*. — **Hellmann**: Allgemeine Klimatologie, 2; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g*. — **Schmidt**: Allgemeine Geophysik, 2; Kollektivmaßlehre, 1 *g*; Übungen in der rechnerischen Behandlung geophysikalischer Probleme, 1 *g*. — **Leß**: Praktische Witterungskunde, 2. — **Scheffer**: Angewandte wissenschaftliche Photographie, mit praktischen Übungen, 1. —

E. Fischer: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit Gabriel, Pschorr, Stock, Diels und F. Fischer), tägl. — **Nernst**: Physikalische Chemie, 4; Über galvanische Elemente, 1 *g*; Physiko-chemisches Kolloquium, 1 *g*; Praktische Übungen und Arbeiten im physikalisch-chemischen Laboratorium: a) anorganisch-chemisches Praktikum (mit Marckwald), tägl., b) Physiko-chemische Übungen, 7, c) Physiko-chemische Arbeiten, tägl. — **van't Hoff**: Ausgewählte Kapitel der allgemeinen Chemie, 1 *g*. — **Wichelhaus**: Technologie für Chemiker II: Organische Stoffe, 2; Chemische Technologie für Juristen, 2; Übungen im Technologischen Institut, tägl.; Anleitung zu chemisch-technischen Untersuchungen, 6. — **Pinner**: Anorganische Experimentalchemie, 6. — **Liebermann**: Organische Experimentalchemie I, 5; Praktische Übungen im organisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **Thoms**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, mit Experimenten, 4; Toxikologische Chemie, mit Experimenten, $1^1/_2$; Praktische Übungen in der chemischen Analyse, in der Prüfung und Wertbestimmung von Arzneimitteln, in der Nahrungsmittelchemie (mit Mannich), tägl. — **Biedermann**: Die künstlichen Farbstoffe, 2. — **Gabriel**: Qualitative chemische Analyse, 1 *g*. — **Schotten**: Chemie der Ernährung, 2. — **Marckwald**: Analytische Chemie, 2. — **Rosenheim**: Anorganisch-chemisches Praktikum (mit R. J. Meyer und Koppel), tägl.; Praktische Übungen in der Elektroanalyse und Maßanalyse, 5. — **Traube**: Qualitative chemische Analyse, 1. — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Berücksichtigung der einschlägigen Gesetzgebung, 4. — **Emmerling**: Gärungschemie, 1. — **R. J. Meyer**: Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Zusammensetzung, 1. — **Buchner**: Anorganische Experimentalchemie, 4; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum (mit Meisenheimer), tägl. — **Pschorr**: Einführung in die organische Chemie II: Benzolderivate, 1. — **Spiegel**: Chemie der Alkaloide, 2. — **Neuberg**: Praktischer Kursus der Chemie (mit Salkowski), 6; Chemisches und Physiologisches über Zucker und Eiweiß, 1 *g*. — **Sachs**: Chemie der Farbstoffe, 1. — **Koppel**: Praktische Übungen in der Gasanalyse, 3. — **Diels**: Einführung in die organische Chemie I: Aliphatische Verbindungen, 1. — **Stock**: Repetitorium der anorganischen Chemie, 1; Qualitative und quantitative Analyse, $1^1/_2$ *g*. — **Meisenheimer**: Reaktionen organischer Atomgruppen, 1. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. — **F. Fischer**: Grundzüge der Elektrochemie, 1. — **Byk**: Photochemie, 2; Repetitorium der physikalischen Chemie, 1. — **Großmann**: Die Grundzüge der chemischen Technik und ihre Bedeutung für das deutsche Wirtschaftsleben, 2; Besprechung chemisch-technischer und wirtschaftlicher Tagesfragen, 1. — **Löb**: Elektrochemie II: Organischer Teil, 1; Physikalische Biochemie II, 1 *g*; Physiologisch-chemische Arbeiten, tägl. — **Ehrlich**: Die landwirtschaftlich-chemischen Industrien: Zucker, Stärke, Brennerei, Brauerei, 1. — **Köthner**: Lösungsversuche des Stoffproblems und ihre Wertung, 1. — **Mannich**: Qualitative chemische Analyse, 1; Quantitative chemische Analyse, 1; Die chemische Prüfung der Arzneimittel II, 1. — **Stähler**: Elektroanalyse und Gasanalyse, 1. — **v. Wartenberg**: Kinetische Theorie der Aggregatzustände, 1. —

Schwarz: Differentialrechnung, 4, Übungen, 14tägig, 2 *g*; Synthetische Geometrie, 4; Theorie der komplexen Zahlgrößen, 2 *g*; Mathematisches Seminar (mit Frobenius und Schottky), 2 *g*; Mathematisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Frobenius**: Algebra, 4; Analytische Geometrie, 4. — **Schottky**: Allgemeine Funktionentheorie, 4; Thetareihen, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Knoblauch**: Theorie und Anwendung der Determinanten, 4; Theorie der Raumkurven und der krummen Flächen, 4; Mathematische Übungen, 1 *g*. — **Lehmann-Filhés**: Analytische Mechanik, 4. — **Hettner**: Potentialtheorie, 2. — **Landau**: Integralrechnung, 4; Mengenlehre mit Anwendungen auf die Theorie der Funktionen reeller Veränderlichen, 4. — **Schur**: Zahlentheorie, 4; Theorie der elliptischen Funktionen, 4. — **Foerster**: Fundamentale Ausgleichung der Zeit- und Raummessung, 2; Geschichte der neueren Astronomie, 2 *g*; Die Kulturwissenschaften im Lichte der Naturerkenntnis, 1 *g*. — **Helmert**: Gradmessungen, 1 *g*; Methode der kleinsten Quadrate, 1. — **Struve**: Sphärische Astronomie, 3; Praktische Übungen, *g*. — **Bauschinger**: Potentialtheorie mit Anwendungen auf die Figur und Rotation der Himmelskörper, 3; Planetentafeln, 1 *g*. — **Scheiner**: Spektralanalyse der Gestirne, 2; Astrophysikalisches Kolloquium, 1 *g*. — **Marcuse**: Theorie und Praxis der geographisch- und nautisch-astronomischen Ortsbestimmung, mit Übungen, 2; Allgemeinverständliche Himmelskunde, mit Lichtbildern, $1^1/_2$. — **Ristenpart**: Theorie der Mikrometermessungen, 1, Übungen, *g*; Kosmogonie: Gemeinverständliche Darstellung vom Aufbau, Werden und Vergehen des Weltgebäudes, 1. —

Technische Hochschule Berlin.

F. Dolezalek: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen, 16; Physikalische Chemie, 2. — **Kurlbaum**: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen, 16. — **Kalischer**: Grundzüge der Potentialtheorie und ihre Anwendung in der Elektrizitätslehre, 2; Elektrische Schwingungen und Funkentelegraphie, 1; Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik II, 2. — **Krigar-Menzel**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Theorie der Wärme: Thermodynamik, 2. — **Groß**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Ausgewählte Kapitel aus der mechanischen Wärmetheorie, 2; Einleitung in die Potentialtheorie, 2; Theorie des Galvanismus, 2; Gastheorie, 2; Grundzüge der Energetik, 2. — **Felgentraeger**: Maß- und Gewichtswesen I, 2; Meßinstrumente des Chemikers, 1. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Maß-

einheiten und Meßmethoden, 2; Physikalische Maßbestimmungen und Meßinstrumente, 4. — **Glatzel**: Meßapparate und Meßmethoden der drahtlosen Telegraphie mit Demonstrationen, 1. — **Kaßner**: Die meteorologischen Grundlagen des Wasser- und Tiefbaues: Niederschläge, Hochwasser, Verdunstung, Feuchtigkeit usw., 1. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Funkentelegraphie, 2; Übungen im Elektrotechnischen Laboratorium (mit W. Wedding), 4 Tage. — **Klingenberg**: Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 4. — **W. Reichel**: Einführung in die Elektrotechnik, 2, Übungen, 2; Elektromaschinenbau I und II, 4, Übungen, 8; Übungen im Elektrotechnischen Versuchsfelde, 4; Elektrische Kraftanlagen und Bahnen, 2, Übungen, 4. — **Strecker**: Elektrotelegraphie, 2. — **W. Wedding**: Elektrotechnische Meßkunde, 2; Enzyklopädische Elektrotechnik mit Experimenten, 2. — **Benischke**: Wechselstromtechnik, 4. — **Breslauer**: Berechnung und Prüfung elektrischer Maschinen nach den in der Praxis herrschenden Gepflogenheiten, 2. — **Kallmann**: Betriebstechnik für Elektrizitätswerke und Straßenbahnen, 2; Elektrische Einrichtungen moderner Zentralen und Leitungsnetze, 1. — **v. Koch**: Kollektormotoren für Einphasen-Wechselstrom, 2. — **Servus**: Mathematische Theorie des Lichts, 4; Photographische Optik, 2. — **Zehme**: Elektrische Stadtschnellbahnen und Haupteisenbahnen, 2. — **Frölich**: Übersicht über die Elektrotechnik für Chemiker, 1. — **Franz**: Hochbauelemente für maschinentechnische Anlagen, 2, Übungen, 4; Bauanlagen für industrielle Maschinenbetriebe im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Berechnungen und technischer Verwaltung, 2, Übungen, 4; Bautechnisches Seminar, 2 *g*. — **W. Hartmann**: Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2; Maschinengetriebe: Anwendungen der Kinematik, 2. — **Josse**: Wärmetechnik I, 2, II, 2, Übungen, 6, III, Übungen, 8. — **Kammerer**: Maschinenelemente, 4, Übungen, 8; Entwerfen von Hebemaschinen, 4; Entwerfen von schwierigeren Hebemaschinen und von Maschinen zu Verkehrsanlagen für staatliche, kommunale und industrielle Betriebe, 4. — **Leist**: Mechanik I, 4, Übungen, 2, II, 4, Übungen, 2. — **Ludewig**: Wasserkraftmaschinen, einschließlich Zentrifugalpumpen, 2; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen und Dampfkesseln, 4. — **Martens**: Materialprüfungswesen, 2, Übungen im Materialprüfungsamt, 2. — **E. Meyer**: Mechanik I, 4, Übungen, 2, II, 4, Übungen im Festigkeitslaboratorium, 2. — **Obergethmann**: Eisenbahn-Maschinenbau, Fahrzeuge, Betriebs- und Verkehrsanlagen, 3; Lokomotiven und Triebwagen, Bau und Unterhaltung, 2; Entwerfen von Eisenbahnmaschinen, 3, Übungen, 1. — **E. Reichel**: Einleitung in den Maschinenbau, 2, Übungen, 6; Wasserkraftmaschinen, einschließlich Zentrifugalpumpen, 3, Übungen, 4. — **Riedler**: Verbrennungsmaschinen und Kraftfahrzeuge, 2; Entwerfen von Arbeitsmaschinen und Verbrennungsmaschinen, 4. — **Schlesinger**: Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 4; Fabrikbetriebe, mit Seminar, 2, Übungen, 4. — **Schuberg**: Elemente der darstellenden Geometrie, 1, Übungen, 3; Maschinenelemente, 1, Übungen im Maschinenzeichnen, 3; Allgemeine Maschinenlehre: Grundlagen der Dampfmaschinen, Dampfkessel, Gasmotoren, Arbeitsmaschinen, 2, Übungen im Maschinenzeichnen, 3; Konstruktionsübungen für Chemiker I, 1, Übungen, 3, II, 1, Übungen, 3. — **Stumpf**: Dampfmaschinenbau: Kolbendampfmaschinen, 4, Übungen, 8. — **Wehage**: Angewandte Dynamik, 2; Angewandte Hydraulik, 2. — **Braun**: Bau von Apparaten für das Eisenbahnsicherungswesen, 2. — **Franke**: Instrumenten- und Apparatenbau, 1. — **v. Hanffstengel**: Förderanlagen, 2. — **Heinel**: Die Maschinen zur Gas-Verdichtung und -Verflüssigung, insbesondere die Kälteerzeugungsmaschinen, 2. —

v. Buchka: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittel-Analyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **Erdmann**: Experimentalchemie I, 4; Abriß der Experimentalchemie, 2; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl. — **Holde**: Untersuchung von Fetten, Ölen, Wachsen, Seifen, Firnissen und Kautschuk, 2. — **v. Knorre**: Analytische Chemie: Quantitative Analyse, 2; Praktische Arbeiten im elektrochemischen Laboratorium, tägl.; Allgemeine Elektrochemie und Anwendung der Elektrolyse in der chemischen Industrie, 4; Abriß der technischen Gasanalyse, mit Übungen, 2. — **Liebermann**: Organische Chemie I: Die offenen Kohlenstoffketten, 5; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Miethe**: Spektralanalyse, mit Übungen, 2; Allgemeine Photographie: Apparatenkunde, Übersicht über die gebräuchlichen photographischen Prozesse, 2; Einführung in die photographische Optik, 1; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium, tägl.; Photographische Übungen in den gebräuchlichen Prozessen, 16; Spektrographisches und Spektralanalytisches Praktikum, 1. — **Traube**: Einleitung in die physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3. — **Witt**: Chemische Technologie II, 4; Farbstoffe, Bleicherei, Färberei, Zeugdruck, 2; Praktische Arbeiten im technisch-chemischen Institut, tägl. — **Arndt**: Ausgewählte Teile der physikalischen Chemie, 1; Kolloquium über physikalische Chemie, 1. — **Binz**: Veredlung der Textilfasern II: Färberei und Zeugdruck, 1. — **Börnstein**: Die Brennmaterialien, ihre Bearbeitung und Verwendung, 2. — **Byk**: Theoretische Photochemie: Die Lehre von den chemischen Wirkungen des Lichtes, 2. — **Hauser**: Chemie der selteneren Elemente mit spezieller Rücksicht auf ihre technische Verwendung, 2; Theorie des Verdampfens und Verflüssigens von Gasen und Gasgemischen, 1; Kolloquium über anorganische und analytische Chemie, 2. — **Hinrichsen**: Über flüssige und feste Lösungen mit besonderer Berücksichtigung der Metallegierungen, 2; Chemische Atomistik, Einführung in die theoretischen Grundanschauungen der modernen Naturwissenschaft, 1 *g*. — **Junghahn**: Technologie der Proteinstoffe: Albuminoide, 2. — **Jurisch**: Übungen im Entwerfen von chemischen Anlagen, 4; Luftrecht, 1. — **Lehmann**: Die Entwickelung der Farbenphotographie, 1. — **Simonis**: Repetitorium der organischen Chemie, in Form von Kolloquien, 2; Qualitative und quantitative Analyse organischer Verbindungen, 1; Organisch-chemische Arbeitsmethoden (der Oxydation, Reduktion, Sulfurierung usw.), 1. — **Stavenhagen**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Ullmann**: Arbeitsmethoden der Farbenindustrie, 1. — **Voswinckel**: Einführung in die organische Chemie, 2. — **Wolfenstein**: Die Chemie der Alkaloide, 2. —

Dziobek: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Differential- und Integralrechnung und der analytischen Geometrie, 4, Übungen, 2 *g*. — **Hettner**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Jolles**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Scheffers**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Steinitz**: Niedere Analysis und Algebra, 2; Potentialtheorie, 2; Funktionentheorie I, 2; Ausgewählte Kapitel aus der höheren Mathematik, 2. — **Fuchs**: Über unendliche Reihen, 2. — **E. Meyer**: Darstellende Geometrie II, 4, Übungen, 4. — **Salkowski**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Wallenberg**: Repetitorium der höheren Mathematik: Differential- und Integralrechnung, sowie analytische Geometrie II, 2. — **Werner**: Niedere Geodäsie, 4 und 2; Geodätisches Praktikum I, 2; Planzeichnen, 2; Höhere Geodäsie, 2. —

Universität Bern.

Forster: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Wärme, 6; Repetitorium der Physik, 2; Theoretische Optik (Schluß), 1 *g*; Physikalisches Praktikum, 4. — **Gruner**: Einleitung in die theoretische Physik, 1; Elektromagnetische Lichttheorie, 3; Anwendungen der Besselschen Funktionen in der Physik, 2; Elektronentheorie II, 2; Thermodynamik (Schluß), 1. — **Einstein**: Theorie der Strahlung, 2. — **Blattner**: Elektrotechnik I, 2. —

Friedheim: Anorganische Experimentalchemie, 6; Qualitative und quantitative Analyse: Metalle, 2; Anorganisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Übungen in der technischen Gasanalyse. — **v. Kostanecki**: Organische Chemie II, 5; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Tambor**: Die Chemie der Alkaloide, 2; Repetitorium der Chemie der Fettkörper, 1. — **Lampe**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Mai**: Organisch-chemische Arbeiten; Chemische Berechnungen, 1; Repetitorium der anorganischen Chemie, 1; Analytische Chemie im Lichte der Ionentheorie, 1. — **Ephraim**: Kolloquium über Themata aus der anorganischen Chemie, 1½; Die modernen Grundlagen der

Chemie, 2. — **Schaffer**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel II, 2; Praktikum im Laboratorium für Lebensmitteluntersuchung. — **Woker**: Theorien der Biochemie und Biophysik, 2; Die Probleme der Katalyse, 1; Kolloquium über biochemische und biophysikalische Fragen, 1. —

Graf: Kugelfunktionen mit Repetitorium, 3; Besselsche Funktionen mit Repetitorium, 3; Bestimmte Integrale mit Repetitorium, 3; Differentialgleichungen, 2; Differential- und Integralrechnung, 2; Funktionentheorie, 2; Repetitorium der Mathematik, 4; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisches Seminar (mit Huber), 2. — **Ott**: Algebraische Analysis II, 2; Integralrechnung, 2; Analytische Geometrie II, 2. — **Huber**: Sphärische Astronomie I, 2; Theorie der höheren ebenen Kurven, 3; Theorie der elliptischen und Thetafunktionen, 2; Mathematisches Seminar (geometrisch-astronomischer Richtung) (mit Graf), 1. — **Benteli**: Darstellende Geometrie, Kurven, Strahlenflächen, reguläre Polyëder, 2, Übungen und Repetitorium, 2; Praktische Geometrie I, 1; Konstruktive Perspektive, 1. — **Crelier**: Synthetische Geometrie II, 2; Geometrie des Dreiecks, 2. — **Moser**: Ausgewählte versicherungswissenschaftliche Kapitel; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar, 1—2. — **Bohren**: Ausgleichungsrechnung, 2; Politische Arithmetik, 2. —

Universität Bonn.

Kayser: Experimentalphysik I: Mechanik, Allgemeine Physik, Wärme, Akustik, 5; Laboratorium für Anfänger, 8, für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Eversheim**: Angewandte Elektrizitätslehre mit Übungen, 2. — **Pflüger**: Theorie der Elektrizität, 4, Übungen, 1 *g*. — **Bucherer**: Mathematische Physik, 2. —

Anschütz: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 6; Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Rimbach, Frerichs und Kippenberger), tägl., für Mediziner (mit Rimbach), tägl. außer Sonnabend. — **Rimbach**: Physikalische Chemie I: Eigenschaften der Stoffe, Verwandtschaftslehre, mit mathematischen Ergänzungsstunden, 2 *g*; Ausgewählte Kapitel der speziellen anorganischen Chemie (seltenere Elemente), 1 *g*; Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2; Übungen in den wichtigsten physikalisch-chemischen Meßmethoden, 3 *g*; Übungen in einfachen, chemischen Unterrichtsversuchen, 2 *g*. — **Schroeter**: Aufbau und Abbau von Kohlenstoffverbindungen, 2. — **Frerichs**: Pharmazeutische Chemie I (anorganisch), 3; Toxikologie: Ausmittelung von Giften, 1; Übungen im Sterilisieren von Arzneimitteln, für Pharmazeuten, 2 *g*. — **Mannheim**: Über die Methoden der Wasser- und Harnanalyse, 1, Übungen, tägl. *g*. — **Kippenberger**: Chemische Technologie, anorganischer Teil, mit Exkursionen, 2; Einführung in die chemische Großtechnik I: Anorganisch-chemische Betriebe, mit Exkursionen, 1; Besprechung nahrungsmittel-chemischer Gutachten, 1 *g*; Gärungschemie, mit praktischen Übungen, 2. — **Laar**: Übersicht der photographischen Verfahren, 1; Praktische Übungen in den photographischen Verfahren, *g*. —

London: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 4, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie II, mit Zeichenübungen, 3; Mathematisches Seminar (mit Carathéodory und Schmidt), 14tägig, 2 *g*. — **Kowalewski**: Differential- und Integralrechnung II, 4 *g*, Übungen, 1 *g*; Fouriersche Reihen und ihre Anwendungen, 2; Grundzüge der Mengenlehre, 2. — **Schmidt**: Einführung in die Algebra, 4. — **Study**: Elliptische Funktionen, 3; Anwendungen komplexer Größen in der Geometrie, 3; Über ein noch zu bestimmendes Thema, 1—2 *g*. — **Carathéodory**: Maxima und Minima, 1; Technische Mechanik, 2. — **Küstner**: Theorie der Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, 3; Topographie des Sonnensystems, 1 *g*; Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Mönnichmeyer), tägl. — **Mönnichmeyer**: Himmelsmechanik, 2. —

Technische Hochschule Braunschweig.

Zenneck: Physikalisches Praktikum (mit Rau); Theorie des elektromagnetischen Feldes I, 2, III, 2; Experimentalphysik: Molekularphysik, Wärme, Elektromagnetismus, 4; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Weber**: Potentialtheorie mit Anwendungen auf die Elektrostatik, 2. — **Peukert**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Elektrotechnik, 4, Übungen, 2; Elektrotechnisches Praktikum (mit Wasmus), 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium (mit Wasmus). — **Brünig**: Elektromechanische Konstruktionen, 2, Übungen, 2. — **Mosler**: Telegraphie und Telephonie, 2; Die elektrische Ausrüstung der Hebezeuge, 1. — **Franke**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Dampfmaschinenbau, 4, Übungen (mit Göpfert), 8; Berechnung und Bau der Dampfturbinen, 1; Pumpmaschinenbau, Gebläse- und Kompressorenbau, Übungen (mit Göpfert), 8. — **Friedmann**: Theorie und Konstruktion der hydraulischen Motoren, 4; Maschinenelemente, 4, Übungen (mit Müller), 8. — **Denecke**: Heizung und Lüftung, 2; Berechnung und Bau der Hebemaschinen, 2, Übungen, 4; Eisenkonstruktionen des Maschinenbaues, 1; Eisenbahnmaschinenbau, 3, Übungen, 4; Maschinenzeichnen, 6; Technisches Zeichnen, 4. — **Schöttler**: Festigkeitslehre, 4; Übungen und Repetitionen, 2; Kinematik, 1; Angewandte Wärmemechanik, 3; Arbeiten im mechanischen Laboratorium I, 1, Übungen (mit Maercks und Zacharias), 3, II. — **Lüdicke**: Allgemeine mechanische Technologie, 2; Fabrikanlagen und Werkstatteinrichtungen, 2; Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 3; Spinnerei, 2; Weberei, 2; Technologische Übungen, 3. —

R. Meyer: Unorganische Experimentalchemie, 5; Chemie der organischen Farbstoffe, 3; Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit Biehringer und Posner); Chemisches Kolloquium (mit Baur), *g*. — **Biehringer**: Analytische Chemie, 2; Grundzüge der Chemie, 3. — **Baur**: Physikalische Chemie, 2; Metallurgie, 2; Chemie der Metalle, 1; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie (mit Sichling). — **Reinke**: Chemische Technologie II 1, 6; Chemisch-technische Analyse I, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und landwirtschaftlich-chemische Gewerbe (mit Rinckleben); Chemisch-technische Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte in den deutschen Kolonien, 1; Seminaristische Übungen, monatlich 2 *g*. — **Beckurts**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Gerichtliche Chemie, 1; Grundzüge der Maßanalyse, 1; Pharmazeutische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium für pharmazeutische Chemie und Nahrungsmittelchemie (mit Troeger, Frerichs und Emde). — **Troeger**: Analytische Chemie, 2; Chemie der Benzolderivate, 2; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie, 2. —

Dedekind: Elemente der Zahlentheorie, 2; Einleitung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung, 1. — **Fricke**: Analytische Geometrie und Algebra, 4; Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 2, II, 2; Einführung in die Funktionentheorie, 2. — **Ludwig**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Grundzüge der höheren Mathematik, 2, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel aus der höheren Mathematik, 2. — **Wernicke**: Statik starrer und elastisch-fester Körper, 4, Übungen, 2. — **Schlink**: Technische Mechanik II: Dynamik, 3; Übungen und Repetitorium, 2; Graphische Statik, 2, Übungen, 2; Statik der Baukonstruktionen I, 3, Übungen, 4, II, Übungen, 4. — **Hohenner**: Grundzüge der Geodäsie, 2, Übungen, 2; Geodäsie I, 4, Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 2; Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2; Planzeichnen, Übungen, 2. —

Universität Breslau.

Lummer: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Physikalisches Kolloquium (mit Pringsheim und Schaefer), 2 *g*; Physikalisches Praktikum für Anfänger (mit Schaefer), 3 und 6, für Pharmazeuten (mit Schaefer), 3, für Geübtere (mit Pringsheim und Schaefer), tägl. — **Pringsheim**: Theoretische Physik I: Allgemeine Mechanik, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Schaefer**: Theorie der Wärme, 4. — **Waetzmann**: Übungen im Demonstrieren physikalischer Apparate, 14tägig, 2; Physikalische Grundbegriffe, 1. — **v. d. Borne**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Meteorologie: Niederschläge, atmosphärische Störungen, 2; Physik der Erdfeste, 1; Geophysikalische Übungen und Besprechungen, *g*. —

Ladenburg: Organische Experimentalchemie, 5; Che-

misches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*; Praktisch-chemische Übungen: ganz- und halbtägig; Praktisch-chemische Kurse a) für Mediziner (mit Herz), 5, b) für Landwirte, 6. — **Gadamer**: Organische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 6; Ausmittelung der Gifte I und II, 2; Prüfung der Arzneimittel, 1 *g*; Kleines chemisches Praktikum, 6; Praktisch-chemische Übungen mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, der forensischen Chemie und der Nahrungsmittelchemie, tägl. — **Abegg**: Physikalisch-chemisches Kolloquium, $1^1/_2$ *g*; Physikalische Chemie I: Theorie der Gase und Lösungen, osmotischer Druck, 2, mathematische Ergänzungsstunden; Physikalisch-chemisches Praktikum (mit Sackur), 3. — **Ahrens**: Technologie der Hefe-, Brenn- und Leuchtstoffe, Fabrikation von Kalk, Mörtel, Zement, Glas- und Tonwaren, mit Besichtigung von Fabriken, 4; Maschinelle Hilfsmittel der chemischen Technik, 1 *g*; Chemische Technologie I, für Juristen, 2; Praktischer Kursus in chemisch-technischen und gasanalytischen Untersuchungsmethoden, 6; Praktische Übungen und Anleitungen zu selbständigen Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Landwirtschaftliche Technologie I: Zucker- und Stärkefabrikation, 2. — **Herz**: Physikalische und chemische Eigenschaften der Metalle und ihrer Verbindungen, 3; Die physikalischen und chemischen Grundlagen der analytischen Chemie, 2. — **Sackur**: Radioaktivität, 1; Ausgewählte Kapitel der technischen Elektrochemie, 1. — **J. Meyer**: Thermochemie und Thermodynamik, 2; Thermodynamische Übungen, 1 *g*. — **Fischer**: Biochemie, 1; Kristallsysteme und Kristallstruktur, 1. — **Feist**: Grundlagen der Maßanalyse, 1; Chemisches Repetitorium, 4; Qualitative Analyse, 1 *g*. — **Löffler**: Alkaloide, 2. —

Rosanes: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Elemente der Determinantentheorie, 1—2; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 1 *g*. — **Sturm**: Zahlentheorie, 3; Kurven und Flächen 3. Ordnung, 3; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **Kneser**: Differentialgleichungen und Fouriersche Reihen, 3; Elliptische Funktionen, 3; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g*. — **Franz**: Mechanik des Himmels, 4; Astronomisches Seminar: Übungen in Bahn- und Störungsrechnungen, 2 *g*. —

Universität Czernowitz.

v. **Geitler**: Experimentalphysik I, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger I, für Physiker und Mathematiker, 6, für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. *g*; Besprechung physikalischer Fragen (mit Radakovic), 14tägig, 2 *g*. — **Radakovic**: Optik, 5; Seminar für mathematische Physik, 2 *g*. —

Pomeranz: Allgemeine Chemie I, 5; Physikalische Chemie, 2; Chemische Übungen für Anfänger, 15, für Fortgeschrittene, 20. —

Plemelj: Differential- und Integralrechnung, 5; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Proseminar, 2 *g*; Funktionentheorie (Fortsetzung), 2. —

Technische Hochschule Danzig.

Wien: Experimentalphysik I, 5; Kleines physikalisches Praktikum, 4; Großes physikalisches Praktikum, tägl. — **Kalähne**: Einführung in das physikalische Praktikum, 1; Kinetische Gastheorie, 2; Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, mit praktischen Anwendungen, 1 *g*; Arbeiten im photographischen Laboratorium für Fortgeschrittene, 3. — **Roeßler**: Elektrotechnik II, 4; Elektrotechnisches Laboratorium II und III, 9; Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 4; Berechnung und Entwurf elektrischer Maschinen (mit Simons). — **Simons**: Elektromaschinenbau, 1, Übungen, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Apparate- und Schalttafelbau, 2 *g*, Übungen, 4. — **Grix**: Elektrische Beleuchtung und Installationen, 1; Elektrische Bahnen, 2, Übungen, 4; Schwachstromtechnik, 2. — **Jahn**: Eisenbahnmaschinenbau, 4, Übungen, 4; Lokomotivbau, 4; Eisenbahnbetrieb, 2; Abriß der Kraftmaschinen, Kessel und Pumpen, 2. — **Schulze-Pillot**: Maschinenelemente, 4, Übungen 8 und 4; Kraft- und Arbeitsmaschinen mit Kreiselrädern, 2, Übungen, 4; Kraftanlagen und Energieverteilung, 2, Übungen, 2. — **N. N.**: Einführung in den Maschinenbau, 1, Übungen 5, 2 und 4; Größere Lasthebemaschinen, 2, Übungen, 4; Maschinenelemente, 2, Übungen, 2; Kolben-Arbeitsmaschinen, 2, Übungen, 2. — **Wagener**: Wärmemechanik, 2; Maschinenlaboratorium I u. II, 4; Kolben-Kraftmaschinen, 4 u. 2, Übungen, 4. — **Gramberg**: Mechanische Meßinstrumente und Maschinenuntersuchungen, 2. — **Lorenz**: Dynamik starrer Körper, 3, Übungen, 2; Festigkeitslehre und Hydraulik, 4, Übungen, 2. —

Ruff: Anorganische Experimentalchemie, 4; Praktikum im anorganisch-chemischen Laboratorium, 49; Praktikum im elektrochemischen Laboratorium, 49. — **Wohl**: Organische Experimentalchemie, 4; Chemisches Kolloquium, 2 *g*; Praktikum im organisch-chemischen Laboratorium, 49; Praktikum im Laboratorium für landwirtschaftliche Gewerbe, 49. — **Bose**: Physikalische Chemie I, 3, Praktikum im physikalisch-chemischen Laboratorium für Anfänger, 4; für Vorgeschrittene ganztägig. — **Plato**: Quantitative chemische Analyse, 2. —

v. **Mangoldt**: Höhere Mathematik I, 6. — **Schilling**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 5; Photogrammetrie, 1 *g*. — **Sommer**: Höhere Mathematik II, 4, Übungen, 1; Geometrische und physikalische Anwendungen der partiellen Differentialgleichungen, 3 *g*. — **Eggert**: Niedere Geodäsie, 2; Planzeichnen, Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 2; Geodätisches Praktikum I u. II, je 2. —

Technische Hochschule Darmstadt.

Sohering: Experimentalphysik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Geometrische Optik, Wellenlehre des Lichtes, Akustik, 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeißig), 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik (mit Zeißig); Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalisches Kolloquium (mit Zeißig), 1 *g*. — **Zeißig**: Experimentalphysik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Akustik, Optik, 4; Physikalische Meß- und Instrumentenkunde, 1 *g*; Grundzüge der seismischen Beobachtung, 1 *g*; Repetitorium der Experimentalphysik, 1. — **Fritsch**: Einführung in das Physikalische Praktikum, 1 *g*; Photographische Übungen mit einleitenden Vorträgen, 2. — **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente I, 2. — **Wirtz**: Allgemeine Elektrotechnik I: Elemente der Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Meßkunde II, 2; Elektrische Wellen: Theorie der langen Leitungen, Radiotelegraphie und Telephonie, 2. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik II: Theorie und praktische Verwendung von Gleich- und Wechselstrommaschinen (Wechselstromtechnik), 4, Übungen (mit Petersen), 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit Wirtz und Sengel), (Praktikum I und II), halbtägig; Selbständige Arbeiten für vorgeschrittenere Studierende (Praktikum III); Übungen im Hochspannungslaboratorium (mit Petersen), 2. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen und Apparate, 3, Übungen, 3; Elektrische Licht- und Kraftanlagen, 2, Übungen, 2; Elektrische Bahnen (Elektrotechnischer Teil), 2. — **Petersen**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Gleichstrom- und Wechselstromtechnik, 2; Grundzüge der Hochspannungstechnik, 1. — **Goldschmidt**: Elektrischer Antrieb von Werkzeug-, Bergwerks- und Hüttenmaschinen, 2. — v. **Roeßler**: Mechanische Technologie I, 2, II, 1; Papierprüfung, Übungen, 3; Werkzeugmaschinen: Metallbearbeitung, 2, Übungen, 3, Holzbearbeitung, 1, Übungen, 3; Heizung und Lüftung, 2. — **Lincke**: Maschinenelemente, 3, Konstruktionsübungen, 9; Kinematik I, 2, II, 1; Maschinenelemente und Kinematik (ausgewählte Kapitel), 1. — **Berndt**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Ausgewählte Abschnitte aus der Festigkeitslehre, 1; Gasmotoren, 3, Konstruktionsübungen, 3. — **Gutermuth**: Dampfmaschinen und Dampfturbinen, 6; Konstruktionsübungen, 6. — **Pfarr**: Wasserkraftmaschinen, 4, Konstruktionsübungen, 6; Wasserwerksbauten, 2; Papierfabrikation und deren Maschinen, 3. — **Koehler**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 3; Lasthebemaschinen, 2, Übungen, 3; Förderanlagen für Massengüter, 1; Baumaschinenzeichnen, Übungen, 3; Maschinenelemente, 2, Übungen, 3. — **N. N.**: Gewichts- und Kostenberechnungen der Maschinenfabrikation, 1. —

Staedel: Anorganische Experimentalchemie, 4; Chemisches Praktikum (mit Kolb, D'Ans und W. Schaeffer), tägl. außer Sonnabend. — **Kolb**: Anorganische Chemie, spezieller Teil II, 2; Analytische Chemie II: Quantitative Analyse einschließlich Maßanalyse, 2; Analytische Chemie der seltenen Elemente, 1; Kolloquium über organische Chemie, 1. — **Finger**: Organische Experimentalchemie, 6; Praktikum im

Laboratorium für organische Chemie (mit Schwalbe), tägl. außer Sonnabend; Farbstoff- und Färberei-Praktikum (mit Schwalbe). — **Schwalbe**: Chemische Technologie der Gespinstfasern; Bleicherei, Färberei, Zeugdruck, 1; Zwischenprodukte der Teerfarbenfabrikation, 1 *g*; Organisch-chemisches Praktikum; Färberei-Praktikum; Rohstoffe und Halbstoffe der Papierfabrikation, 2. — **Heyl**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 2; Bakteriologie und Sterilisationstechnik (mit Weller), Übungen; Mikroskopische Untersuchung von Drogen- und Nahrungsmittelpulvern (mit Schenck), Übungen, 2; Pharmakognosie, 3, Übungen, 2; Pharmazeutische Gesetzeskunde, 1. — **Dieffenbach**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 4; Elektrochemisches Kolloquium (mit Neumann), 1 *g*; Chemisches Praktikum für Elektrochemiker (mit Neumann, Moldenhauer und Brodal), tägl. außer Sonnabend; Elektrochemisches Praktikum (mit Neumann, Moldenhauer und Brodal), tägl. außer Sonnabend; Chemisch-technisches Praktikum (mit Neumann und Moldenhauer), tägl. außer Sonnabend; Grundzüge der Eisenhüttenkunde, 1. — **Neumann**: Verbrennungsvorgänge, Heiz- und Kraftgase und deren Untersuchung, 1, Übung, 1; Gasanalytische Methoden, mit Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Elektrochemie, 1. — **Moldenhauer**: Die Theorie der elektrolytischen Dissoziation, 1 *g*; Elektrochemische Übungen, 3 *g*. — **Vaubel**: Theoretische Chemie I, 2, Übungen, 3; Stöchiometrische Berechnungen, 1; Die physikalischen und chemischen Methoden der quantitativen Bestimmung organischer Verbindungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Technik organischer Verbindungen, 1. — **Weller**: Untersuchen von Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen, 8, Übungen, 1. —

Graefe: Repetitorium der Elementarmathematik, 2, Übungen, 2; Höhere Mathematik, 3, Übungen, 2; Geschichte der Mathematik, 1. — **Horn**: Höhere Mathematik I, einschließlich Elemente der höheren Algebra, 6, Übungen, 4, II, 2, Übungen, 1. — **Dingeldey**: Höhere Mathematik I, einschl. Elemente der höheren Algebra, 6, Übungen, 3; Theorie der Fourierschen Reihen und Integrale, 2. — **Wiener**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6, II, 1, Übungen, 2; Arbeiten im mathematischen Institut (mit Gay), 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6; Ausgewählte Kapitel aus der analytischen Geometrie der Ebene, 2. — **Fenner**: Trigonometrie, 3; Geodäsie, 4; Höhere Geodäsie, 2; Geodätische Übungen I, 2; Ausarbeitung der geodätischen Vermessungen A, 2. — **Gasser**: Praktische Geometrie, 2; Astronomische Ortsbestimmung, $1^1/_2$ g. — **Henneberg**: Technische Mechanik (mit Graefe), 3, Übungen, 2; Mechanik II, 6, Übungen, 3; Ausgewählte Kapitel der Mechanik, 1. —

Technische Hochschule Dresden.

Hallwachs: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum (mit Toepler) I, 6 oder 3, II, für Fortgeschrittene, 9; Praktikum für größere physikalische Arbeiten (mit Toepler), 20; Physikalisches Kolloquium, Referate über neue Arbeiten (mit Helm und Toepler), 1 *g*. — **Toepler**: Elektronen- und Ionenstrahlung: Radioaktivität, 2. — **Grübler**: Technische Mechanik I, 4, Übungen, 14 tägig, 1, III, 2. — **Görges**: Allgemeine Elektrotechnik II, 2; Theorie des Wechselstromes II, 2; Starkstromanlagen II, 2, Übungen (mit Brion), 2; Elektrotechnische Übungen für Geübtere, 8; Elektrotechnisches Praktikum, 4; Größere elektrotechnische Spezialarbeiten, 20. — **Kübler**: Elektromaschinenbau II: Entwurf, Bau und Anwendung der Elektromotoren mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung für Fahrzeuge und Hebezeuge, 2, IV: Ausgewählte Kapitel aus dem Dynamobau, 2; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 12 und 4; Heizer- und Maschinistenkursus. — **Ulbricht**: Telegraphie und Telephonie, 2 *g*. — **Brion**: Elektrotechnische Meßkunde: Meßmethoden und Meßinstrumente, 2, Elektrische Maschinenmessungen, 1. — **Fischer**: Allgemeine Maschinenlehre II, 3; Eisenbahnmaschinenwesen, 2; Skizzieren, 4. — **Mollier**: Technische Wärmelehre II, 2; Gasmaschinen und Gaserzeuger, 2; Kinematik, 3, Übungen, 3; Übungen im Maschinenlaboratorium, 6; Selbständige Arbeiten im Maschinenlaboratorium (mit Nägel), 24. — **Buhle**: Maschinenelemente, 5; Maschinenkonstruieren, 10; Hebe- und Transportmaschinen, 2; Lokomotiven, 2. — **Scheit**: Dynamometrische Untersuchung von Getrieben, Kraftfahrzeugen, Übungen, 2; Untersuchung von Baumaterialien I, Übungen, 3; Kraftfahrzeuge: Ausgewählte Kapitel über die Konstruktion und den Betrieb, 2. — **Lewicki**: Kreiselradmaschinen I: Wasserturbinen und Kreiselpumpen, 4; Maschinenkonstruieren, 8; Herstellungs- und Betriebskosten von Kraftmaschinenanlagen, 1 *g*. — **Nägel**: Dampfmaschinen II und Gasmaschinen, 4; Maschinenkonstruieren, 8 und 6; Ausgewählte Kapitel aus dem Maschinenbau: Maschinen und Öfen des Eisenhüttenwesens, 2. — **Hundhausen**: Bearbeitungsmaschinen, 3; Entwerfen von Fabrikanlagen und Fabrikationseinrichtungen, Übungen, 5; Selbständige Arbeiten in der Maschinen-Lehr-Ausstellung, 6. — **Luther**: Photographie und ihre Anwendungen, 2 *g*; Photographisches Praktikum, 4; Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit F. Foerster und Lottermoser), 1 *g*. — **Gravelius**: Theoretische Meteorologie, 1. —

v. Meyer: Organische Chemie, 5; Kolloquium: Freie Vorträge über wichtige Probleme der Chemie (mit Möhlau und v. Walther); 1 *g*; Organisch-chemisches Praktikum (mit v. Walther), tägl. außer Sonnabend. — **Möhlau**: Chemie der Textilindustrie: Gewinnung der Spinnfasern und ihre Veredelung durch Bleicherei, Färberei, Zeugdruck und Appretur, 3; Chemie und chemische Technologie der organischen Farbstoffe II, 2; Praktikum für Farbenchemie, 8; Praktikum für Farbenchemie bezw. für Färbereitechnik, halbtägig, für größere Arbeiten auf dem Gebiete der Farbenchemie bezw. Färbereitechnik, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **F. Foerster**: Elektrochemie, ihre Theorie und technische Anwendung, 2; Physikalische (theoretische) Chemie II, 3; Praktikum für Elektrochemie, 8; Praktikum für größere Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrochemie und physikalischen Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **Hempel**: Chemische Großindustrie, 2; Metallurgie, 2; Anorganisch-chemisches Praktikum: Qualitative Analyse, 12, Quantitative Analyse, technische Titriermethoden, Gasanalyse, tägl. außer Sonnabend. — **Müller**: Allgemeine mechanische Technologie II, 3; Technologisches Praktikum für die Faserstofftechnik, Übungen, 20; Spinnerei, 3. — **Renk**: Nahrungsmittelchemie, 2; Wohnungshygiene, 1; Übungen im Untersuchen von Nahrungs- und Genußmitteln, ganztägig, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, halbtägig, tägl. außer Sonnabend. — **Bucherer**: Einführung in das allgemeine Patentwesen: Gebrauchsmuster und Warenzeichen (Anhang), 1; Prinzipien und Methoden der chemischen Technik, 1. — **Dietz**: Chemische Technologie der Tonwaren, 1. — **Lottermoser**: Analytische Chemie vom Standpunkte der Ionentheorie und des Massenwirkungsgesetzes, 1. — **v. Walther**: Die Chemie der Zuckerarten, 1; Chemie und Technologie der Cyanverbindungen, 1. — **König**: Konstitutionsbestimmung unter Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Methoden, 1. —

Helm: Höhere Mathematik II, 4, Übungen, 2; Höhere Mathematik für die Hochbau- und Chemische Abteilung, 2; Dioptrik, 2; Interferenz des Lichtes, 1 *g*. — **Krause**: Höhere Mathematik IV, 3, Übungen (mit Naetsch), 14tägig, 1; Theorie der analytischen Funktionen einer komplexen Größe, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Disteli**: Darstellende Geometrie II, 3, Übungen, 4; Theorie der Raumkurven und Flächen, 3. — **Heger**: Ebene Kurven 3. Ordnung, 1. — **Naetsch**: Elementare Algebra und Analysis, 2; Analytische Geometrie der Flächen zweiten Grades, 3. — **Pattenhausen**: Geodäsie I, 2, Übungen, 2, II, 3, Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 2, Übungen, 2; Geodätische Ausarbeitungen, 2; Graphische Ausarbeitungen, 4; Geodätische Rechenübungen, 2; Skizzieren geodätischer Instrumente, 2; Katastervermessung I, Übungen, 2; Planzeichnen I, 2. —

Universität Erlangen.

Wiedemann: Experimentalphysik: Mechanik, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 2; Physikalisches Halbpraktikum, 20; Physikalisches Vollpraktikum, 40; Übungen in Experimentalvorträgen, 1. — **Reiger**: Mechanik, 2; Elektrizität mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis, 2; Übungen zur theoretischen Physik, 1 *g*. —

Fischer: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im Chemischen Laboratorium (mit Busch): a) Analytisch-chemische Übungen, 20, b) Vollpraktikum, 40, c) Praktikum für Mediziner, 4. — **Paal**: Pharmazeutische Chemie, 3;

Die Grundlagen der Nahrungsmittelchemie, 2; Chemisches Praktikum, 44 bezw. 24 oder 20; Pharmazeutisch-chemisches Halbpraktikum I, 16, II, 20; Physiologisch-chemisches Praktikum: Harnanalyse etc., 3; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungs- und Genußmittel, 44 bezw. 24 oder 20. — **Busch**: Qualitative und quantitative chemische Analyse I: Metalloide, 2; Kolloquium über neuere chemische Literatur (mit Gutbier und Jordis), 1 *g.* — **Henrich**: Neuere theoretische Anschauungen in der organischen Chemie, 1; Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie, 2; Anleitung zur Darstellung organischer Präparate auf elektrochemischem Wege, tägl.; Anleitung zur Ausführung selbständiger wissenschaftlicher Arbeiten, tägl. *g.* — **Gutbier**: Chemisches Seminar für Chemiker und Pharmazeuten, 2; Physikalische Chemie für Anfänger, 1; Gasanalyse, mit Übungen, 2. — **Jordis**: Über das Patentwesen, 1; Die Chemie der Kolloide, 1; Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1; Elektrochemisches Praktikum für Anfänger, 4; Elektrochemisches Halb- und Vollpraktikum, 20 und 40. —

Gordan: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Zahlentheorie, 4; Mathematisch-physikalisches Seminar, 3 *g.* — **Noether**: Differential- und Integralrechnung I, 4; Theorie der algebraischen und Abelschen Funktionen, 4; Analytische Übungen (mit Hilb), *g.* — **Hilb**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, *g*; Einführung in die Theorie der Funktionen von unendlich vielen Veränderlichen, 2 *g.* —

Universität Freiburg i. Br.

Himstedt: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Königsberger), 6 und 3; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Königsberger**: Theoretische Physik: Optik, mit Seminar, 3; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Besprechung theoretischer Untersuchungen, 1 *g*; Elektrizitätsleitung in Gasen und Elektronik, 1. — **Meyer**: Elektrochemie mit Demonstrationen, 2; Mechanische Wärmetheorie, 2; Photographie mit Demonstrationen und Übungen (mit Trautz), 1 Nachmittag; Physikalisch-chemisches Übungspraktikum, 1 Vormittag; Selbständige physikalisch-chemische Arbeiten, tägl. — **Reinganum**: Hydrodynamik, Elastizität, Akustik, 3. — **Trautz**: Photochemie, 3. —

Gattermann: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Willgerodt), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Kolloquium. 1 *g.* — **Willgerodt**: Organische Experimentalchemie, 4; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 1; Anorganische Technologie, 2. — **Edinger**: Einführung in die organischen Arbeitsmethoden, 1 *g.* — **Fromm**: Stereochemie, 2; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2, Repetition, 1. — **Meigen**: Quantitative Analyse I, 2; Übungen im Bestimmen von Mineralien auf chemischem Wege, 2. — **Riesenfeld**: Qualitative Analyse, mit Berücksichtigung der Spektral- und Mikro-Analyse, 3; Praktische Übungen zur Einführung in die technische Elektrochemie, 2; Chemie der Kolloide, 1. —

Lüroth: Theorie der Funktionen einer komplexen veränderlichen Größe, 4; Populäre Astronomie, 2; Mathematisches Seminar, 1. — **Stickelberger**: Analytische Geometrie der Ebene und Differentialrechnung, 5; Bestimmte Integrale, 3. — **Loewy**: Differentialgleichungen, 4; Die Technik der Lebens-, Invaliden- und Krankenversicherung, 4; Mathematisches Seminar, 1. — **Weingarten**: Einleitung in die Theorie der Elastizität fester Körper, 2 g. — **Seith**: Darstellende Geometrie, 2, Übungen, 1 *g.* —

Universität Gießen.

König: Experimentalphysik II: Elektrizität, Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Mathematiker und Naturwissenschaftler, 6, für Chemiker, Mediziner und Pharmazeuten, 3; Leitung selbständiger physikalischer Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium (mit Fromme), 2. — **Fromme**: Elektromagnetische Theorie des Lichts, 3; Ausgleichungsrechnung und Elemente der höheren Geodäsie, 2; Meteorologie, 2; Übungen zur theoretischen Physik, 1½. — **Schmidt**: Spektralanalyse, 1; Elektrische Meßmethoden, 1; Anleitung zu selbständigen Arbeiten aus dem Gebiete der Radioaktivität und Elektronik, tägl. —

Naumann: Anorganische Experimentalchemie, 5¼; Physikalische Chemie (Thermochemisches und Thermodynamisches), mit Anwendungen auf technische Chemie und Übungen in Berechnungen, 1¾; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner, tägl. — **Moeser**: Analytische Chemie II; Quantitative Analyse, 2. — **Keller**: Arzneimittelprüfung und Ausmittelung der Gifte, 2. — **Elbs**: Chemisches Praktikum, tägl., für Landwirte, halbtägig; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner (mit Brand), 5; Chemisches Kolloquium, 1½; Organische Experimentalchemie, 4½. — **Brand**: Chemische Technologie I: Technologie der anorganischen Stoffe, 2; Die wichtigsten heterozyklischen Verbindungen, 1. — **v. Liebig**: Chemie der Pflanzenstoffe II: Kohlehydrate, Eiweißstoffe, Pflanzenstoffe der aromatischen Reihe mit Einschluß der Alkaloide und Pflanzenfarbstoffe, 2. —

Pasch: Geometrie der Ebene mit Invariantentheorie, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 1. — **Netto**: Theorie der elliptischen Funktionen, 4; Zahlentheorie, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 1. — **Graßmann**: Differential- und Elemente der Integralrechnung, 4; Analytische Mechanik II, 3, 14tägig noch 2, Übungen, 14tägig, 2. —

Universität Göttingen.

Riecke: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität und Wärme, 3; Praktische Übungen (mit Voigt, Prandtl, Simon, Bestelmeyer, Gerdien, Krüger, Rüdenberg und Busch), 4; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten Vorgeschrittener (mit Voigt), tägl. außer Sonnabend; Ausgewählte Probleme der Elektrizitätslehre, 1 *g.* — **Voigt**: Partielle Differentialgleichungen der Physik, 4; Interferenz und Beugung des Lichtes, mit Übungen, 2 *g.* — **Wiechert**: Vermessungswesen II: Höhere Geodäsie, Nautik, Markscheidekunst, Rechnungsmethoden, mit Übungen, 4; Erdmagnetismus, 2; Ebbe und Flut, 1 *g*; Geophysikalisches Praktikum; Vorträge über Fragen der Geonomie (Geodäsie und Geophysik), 1; Kinetische Theorie der Gase, 2. — **Prandtl**: Statik der Baukonstruktionen, 3; Mechanikpraktikum für Anfänger, 3; Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der Mechanik und Wärmelehre, tägl. außer Sonnabend. — **Simon**: Elektrische, dielektrische und magnetische Kreise, 2; Einführung in die Elektrotechnik, mit Demonstrationen, 1; Strahlungsgesetze und Beleuchtungswesen, 1 *g*; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der angewandten Elektrizität, tägl.; Elektrotechnisches Seminar, 2. — **Abraham**: Über Stabilität und Instabilität, 1 *g.* — **Bestelmeyer**: Elektrizität in Gasen, 2. — **Krüger**: Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 3; Theorie der elektromotorischen Kräfte, 1; Übungen in der Selbstanfertigung und Handhabung von Demonstrationsapparaten, 3. — **Gerdien**: beurlaubt. — **N. N.**: Theorie der elektrischen Schwingungen, 2. —

Wallach: Allgemeine Chemie I: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Kolloquium für Fortgeschrittene, 1 *g*; Chemische Übungen und wissenschaftliche Arbeiten im Laboratorium (mit Polstorff, Kötz, Borsche), tägl. außer Sonnabend. — **Tammann**: Physikalische Chemie, 3; Physikalisch-chemisches Praktikum für Anfänger (mit Levin), halbtägig; Physikalisch-chemische Arbeiten, ganz- und halbtägig; Kolloquium, 1 *g.* — **Polstorff**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 4; Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Chemisches Kolloquium für Pharmazeuten, 2 *g.* — **Fischer**: Chemische Technologie, mit Übungen, 2; Die Industrie Deutschlands und seiner Kolonien, 1 *g.* — **Zsigmondy**: Anorganische Kolloide, 1 *g*; Ausgewählte Kapitel aus der anorganischen Chemie, 1; Praktikum der anorganischen Chemie für Vorgeschrittene, ganz- und halbtägig; Praktikum der Kolloidchemie, 2. — **Kötz**: Analytische Chemie, 2; Chemie des Stickstoffs, 1; Katalyse, 1; Seminaristische Übungen in Chemie für Lehramtskandidaten, 1 *g*; Repetitorium der Chemie, 1. — **Coehn**: Chemische Technologie vom Standpunkte der physikalischen Chemie, 1; Die Atomistik in Philosophie und Naturwissenschaft, 1 *g*; Elektroanalytische und elektropräparative Übungen für Anfänger, 3. — **v. Braun**: Stereochemie, 1; Chemische Tagesfragen: Chemie der neueren Arzneimittel, 1. — **Borsche**: Chemie der Benzolderivate, 2;

Über die ungesättigten Verbindungen der organischen Chemie, 1. — **Levin**: Radioaktivität, 1. — **Ruer**: Grundlagen der Chemie, 1. —

Klein: Mechanik, 4; Vorträge über Fragen der Festigkeitslehre und der Statik der Baukonstruktionen (mit Prandtl und Runge), 2. — **Hilbert**: Funktionentheorie, 4; Prinzipien der Mathematik, 2; Vorträge über die Prinzipien der Mathematik (mit Minkowski), 2. — **Schwarzschild**: Klassische Himmelsmechanik, 3; Behandlung astronomischer Fragen, 2. — **Minkowski**: Algebra, 4; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2. — **Runge**: Differential- und Integralrechnung II, mit Übungen, 6. — **Ambronn**: Geschichte der Astronomie, 2; Methode der kleinsten Quadrate mit Anwendung auf Astronomie und Geodäsie, 1; Astronomische Übungen für Anfänger und für Lehramtskandidaten, 4—5; Astronomische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. — **Herglotz**: Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 2, Übungen, 1 *g*. — **Zermelo**: Variationsrechnung, 4; Übungen zur mathematischen Logik, 1. — **Koebe**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 4. — **Toeplitz**: Gruppentheorie, 2; Mathematische Übungen, 2. — **Bernstein**: Geschichte der neueren Mathematik, 2; Versicherungsmathematik mit schriftlichen Übungen, 3. —

Universität Graz.

Pfaundler: Experimentalphysik, 5; Geschichte der Physik von Thales bis Faraday, 1 *g*; Physikalische Übungen I, 6; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend (mit Benndorf). — **Waßmuth**: Thermodynamik und kinetische Gastheorie, 4; Wärmeleitung, 1; Übungen im Seminar für mathematische Physik, 3 *g*. — **Benndorf**: Physikalische Übungen II, 8; Meteorologie, 3; Übungen im physikalischen Rechnen, 2. — **Streintz**: Thermodynamik und ihre Anwendung auf Probleme der Elektrizität und der Chemie II, 2. —

Scholl: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Übungen für Vorgeschrittene, tägl.; Stereochemie, 1 *g*. — **Schrötter**: Pharmazeutische Chemie, 4; Chemie der heterozyklischen Verbindungen und der Alkaloide, 2. — **Hemmelmayr v. Augustenfeld**: Chemie der Metalle, 2. — **Kremann**: Physikalische Chemie I, 2; Die Theorien der analytischen Chemie, 1; Physikochemisches Praktikum, 3 Wochen; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen aus dem Gebiete der physikalischen Chemie, tägl. —

Dantscher v. Kollesberg: Allgemeine Arithmetik, Einleitung in die Analysis, 5; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Daublebsky v. Sterneck**: Algebra, 4; Ausgewählte Kapitel der Integralrechnung, 1; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Streißler**: Darstellende Geometrie (Zentralprojektion), 3. — **Hillebrand**: Theoretische Astronomie in elementarer Darstellung, 3; Sphärische Astronomie I, 2. —

Technische Hochschule Graz.

v. Ettingshausen: Physik, 5; Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Übungen, 8; Physik für Geodäten, 5. — **Streintz**: Physik für Geodäten, 4. — **Bartl**: Theoretische Maschinenlehre I, 2, IIa, 2½, IIb, 2. — **Iberer**: Allgemeine Maschinenkunde I, 4½. — **Bendl**: Maschinenbau Ia, 3, Übungen, 10, IIb, 3, Übungen, 10½, IIb, 4, Übungen, 15. —

Emich: Anorganische Chemie, 7; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, für Vorgeschrittene. — **Andreasch**: Qualitative chemische Analyse, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der qualitativen chemischen Analyse, 14; Chemische Technologie der organischen Stoffe, 4; Laboratoriums-Unterricht und Übgn. in der Darstellung organisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe, 20. — **Benj. Reinitzer**: Quantitative chemische Analyse, 1, Seminar, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der quantitativen chemischen Gewichtsanalyse, 20; Chemische Technologie der anorganischen Stoffe, 4; Elektrochemie II, 2; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der anorganisch-technisch-chemischen Analyse, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe. — **v. Hemmelmayr**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 2. —

Hočevar: Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Stelzel**: Elemente der höheren Mathematik, 4. — **Peithner v. Lichtenfels**: Mathematik II, 4, Übungen, 2. — **Schüßler**: Darstellende Geometrie, 5, Übungen, 6; Projektive Geometrie I, 2, Übungen, 1; Seminarübungen aus darstellender Geometrie, Unter- und Oberseminar, 2. — **Wittenbauer**: Allgemeine Mechanik I, 4, Übungen, 3 und 2; Enzyklopädie der Mechanik, 4; Technische Mechanik I, 4. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie I, 4; Höhere Geodäsie, 4; Praktische Meßübungen; Niedere Geodäsie, Zimmerübungen, Höhere Geodäsie, Übungen in der Anwendung der Ausgleichungsrechnung; Situationszeichnen, 4 und 2. —

Universität Greifswald.

Mie: Experimentalphysik II: Wärme, Elektrizität, 4, Elementar-mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Physikalische Übungen, 6; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl.; Physikalische Handfertigkeitsübungen (mit Herweg), 2; Besprechungen neuerer physikalischer Arbeiten (mit Starke), 2 *g*. — **Holtz**: Mechanik und Molekularphysik, 1; Physik der Gestirne, mit Experimenten, 1 *g*. — **Starke**: Theoretische Optik, 4, Übungen, 1 *g*; Physikalisches Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 2. — **Schreber**: Übungen im Zusammenbauen und Demonstrieren physikalischer Apparate, 1. — **Herweg**: Einführung in die theoretische Behandlung naturwissenschaftlicher Probleme und ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Physik, 2. —

Auwers: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend, für Pharmazeuten und Nahrungsmittelchemiker (mit Scholtz); Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 7 *g*. — **Scholtz**: Pharmazeutische Chemie; Anorganischer Teil, 3; Ausmittelung der Gifte, 1; Pharmazeutisches Kolloquium, 1 *g*. — **Roth**: Radioaktivität, 1; Physikalische Chemie in ihrer Anwendung auf die Biologie, 1; Einführung in die mathematische Behandlung chemischer Probleme, 1 *g*; Physikalisch-chemisches Praktikum, 7. — **Posner**: Die synthetischen Methoden der organischen Chemie, 2; Chemische Technologie II: Technologie der organischen Stoffe, 2; Chemisch-technologische Exkursionen zur Besichtigung chemischer Fabriken, *g*. — **Strecker**: Qualitative Analyse, 2; Besprechung neuerer anorganischer Arbeiten, 1; Chemisches Kolloquium für Mediziner, 2. —

Thomé: Differential- und Integralrechnung I, 4; Synthetische Geometrie, 2 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Engel**: Funktionentheorie II, 4; Projektive Geometrie und homogene Koordinaten, 4; Theorie der Differentialgleichungen, 2 *g*; Übungen über Differentialgeometrie, 1½ *g*. — **Vahlen**: Analytische Mechanik I, 4, Übungen, 1 *g*. —

Universität Halle.

Dorn: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 4; Physikalisches Laboratorium + a) Übungspraktikum, 6, b) Halbpraktikum, 3, c) Arbeiten von Geübten, tägl.; Theorie der Elastizität, 2 *g*. — **Schmidt**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 1½ *g*. — **Berndt**: Einführung in die Vektoranalysis, 1. —

Vorländer: Chemie der organischen Farbstoffe, 2; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Schulze), tägl. außer Sonnabend; Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 1 *g*. — **Schulze**: Darstellung und Prüfung der Arzneimittel II, 2; Neuere Arzneimittel, 1 *g*. — **Baumert**: Gerichtliche Chemie, 2; Praktische Übungen im Laboratorium für Nahrungsmittelchemie, tägl. außer Sonnabend; Gerichtlich-chemisches Praktikum. — **Erdmann**: Praktische Übungen im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. außer Sonnabend; Praktischer Kursus in der Gasanalyse, technischen Analyse und in der Elektrochemie, 4; Technische Chemie I, 2 *g*. — **Tubandt**: Einführung in die physikalische Chemie, 1; Repetitorium der Chemie, 1½. —

Cantor: Theorie der analytischen Funktionen, 5; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Wangerin**: Synthetische Geometrie, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 2; Sphärische Trigonometrie und mathematische Geographie, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. —

Gutzmer: Theorie und Anwendung der Determinanten, 2; Einführung in die Theorie der höheren ebenen Kurven, 2; Variationsrechnung, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Eberhard**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Buchholz**: Grundlagen der theoretischen Astronomie: Astronomische Mechanik, 2; Sphärische Astronomie und Theorie der astronomischen Instrumente, 2. —

Technische Hochschule Hannover.

Precht: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Schall, strahlende Energie, 4; Arbeiten im Laboratorium der Physik (mit Stark), 4. — **Stark**: Grundzüge der Physik, 3; Praktische Physik, 2; Photographie, 4. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 3; Theoretische Elektrotechnik, 4; Elektrotechnisches Laboratorium (mit Beckmann, Meyer, Riddervold, Brückmann), 8, II, III, 8; Elektrotechnisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Heim**: Elektrische Anlagen I, 3, Übungen, 2; Entwerfen von Dynamomaschinen und Transformatoren, 2, Übungen, 2; Telegraphie und Telephonie, 2; Elektrische Kraftübertragung, 2. — **Bodenstein**: Grundzüge der technischen Elektrochemie, 2; Elektrolytische Übungen, 4. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik II, 1; Elektrotechnische Meßkunde I 2, 2; Elektrische Apparate, 1 *g*. — **Meyer**: Wirtschaftliche Elektrotechnik, 1 *g*. — **Fischer**: Werkzeugmaschinen (mit Walther), 4, Übungen, 2. — **Riehn**: Bau und Theorie der Kraftmaschinen (mit Engelbrecht, Keidel und Breuer), 6, Übungen, 8; Übungen im Entwerfen von Kraft- und Hebemaschinen (mit Engelbrecht), 4; Schiffbau, 3, Übungen, 4. — **Frank**: Eisenbahnmaschinenbau (mit Ryssel und Ahlf), 4, Übungen, 3. — **Frese**: Maschinen-Ingenieur-Laboratorium I, (mit Aschof, Pfeffer, Kropp und Havliza), 1, Übungen, 4, II, 1, Übungen, 4; Theoretische Maschinenlehre (mit Pfeffer), 4. — **Troske**: Grundzüge des Maschinenbaues (mit Regula), 3, Übungen, 4; Regulatoren der Kraftmaschinen, 2; Fabrikanlagen und Eisenbahnhauptwerkstätten, 2. — **Klein**: Allgemeine Maschinenlehre I (mit Pohlmann), 4; Grundzüge der Maschinenlehre (mit Pohlmann), 3; Maschinenzeichnen (mit Willkomm, Regula und Pfeffer), 4; Hebezeuge und Pumpen (mit Regula und Pohlmann), 2. — **Weber**: Mechanik (mit Bock) I, 3, Seminarübung, 1, II, 4, Seminarübung, 1, III, 3, Seminarübung, 1. — **Nachtweh**: Allgemeine mechanische Technologie (mit Walther), 4; Bautechnologie (mit Willkomm), 3; Technologie der Faserstoffe (mit Willkomm), 2; Fabrikationszweige der Faserstoffindustrie (mit Willkomm), 3; Technologisches Praktikum mit besonderer Berücksichtigung der Faserstoffindustrie (mit Willkomm), 3; Ausgewählte Kapitel des landwirtschaftlichen Maschinenbaues, 2. — **N. N.**: Maschinenelemente (mit Ryssel und Ahlf), 5, Übungen, 7; Bau der Verbrennungsmotoren, Übungen, 2. — **Aschof**: Heizung, Lüftung und Beleuchtung geschlossener Räume, 3. —

Seubert: Anorganische Chemie, 6; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie (mit Eschweiler, Hochhut und Lambrecht), tägl. außer Sonnabend. — **Eschweiler**: Analytische Chemie, 2. — **Behrend**: Organische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie (mit Grohmann), tägl. außer Sonnabend. — **Jänecke**: Einführung in die Phasenlehre, 2. — **Ost**: Grundzüge der chemischen Technologie, 3; Chemische Technologie I, 4, Übungen im Skizzieren, 2; Übungen in der Elektroanalyse (mit Schliemann), 6; Arbeiten im Laboratorium der technischen Chemie (mit Schliemann), tägl. außer Sonnabend. — **Laves**: Grundzüge der Nahrungsmittelchemie, mit Demonstrationen, 2. —

Kiepert: Höhere Mathematik I, 8, Übungen, 2, Repetition, 1; Ausgewählte Kapitel der Mathematik: Variationsrechnung, 2. — **N. N.**: Höhere Mathematik I B, 5, Übungen, 2; Anwendungen der höheren Mathematik: Vektoranalysis, 1, Praxis der trigonometrischen Reihen, 1. — **Wieghardt**: Grundzüge der höheren Mathematik, 3, Übung, 1; Ausgewählte Kapitel der Elastizitätslehre, 1; Über die für die technische Mechanik wichtigen Differentialgleichungen, 1. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie (mit Richter und Pabst), 3, Übungen, 6, II, 3, Übungen, 6. — **Petzold**: Algebraische Analysis und Trigonometrie, 3. — **Oertel**: Geodäsie I: Praktische Geometrie (mit Petzold), 4, Übungen, 2, II: Ingenieur-Geodäsie, mit Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 2. —

Universität Heidelberg.

Lenard: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 4; Physikalisches Praktikum (mit Becker), 6; Wissenschaftliche Arbeiten Fortgeschrittener, tägl. außer Sonnabend; Physikalisches Kolloquium und Seminar, 1 *g*. — **Pockels**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Übungen zur Elektrizitätslehre, 1 *g*. — **A. Becker**: Kathodenstrahlen mit Demonstrationen, 1; Die geschichtliche Entwicklung der Elektrizitätstheorien, 1. — **Müller**: Einleitung in die theoretische Physik, 2. —

Curtius: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganischer Teil, 6; Praktische Übungen und Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 20. — **Brühl**: Organische Chemie, 6. — **Jannasch**: Gewichtsanalyse, 2; Chemische Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 1; Gasanalytisches Praktikum (mit Franzen), 3; Analytisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 8. — **Knoevenagel**: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemie und Technologie der Teerfarbstoffe, 2; Praktische Anwendung organischer Farbstoffe in der Färberei und Druckerei der Textilfasern. — **Bredig**: Physikalische Chemie I, 3, Übungen, für Anfänger und Vorgeschrittene; Technische Anwendungen der physikalischen Chemie, 1; Praktische Einführung in die physikalische Chemie und Elektrochemie, 4—6 Wochen. — **Krafft**: Organische Chemie, 4; Praktisch-chemische Übungen und Arbeiten im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Anfänger; Chemische Ferienkurse, 4 Wochen. — **Dittrich**: Die seteneren Elemente, 1; Erste Einführung in die praktischen Arbeiten des chemischen Laboratoriums, 1; Chemisches Praktikum für Anfänger und Nichtchemiker, sowie für Fortgeschrittenere, tägl. außer Sonnabend; Ferienkurse, 4—6 Wochen. — **Stollé**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 5; Pharmazeutische Chemie II, 3. — **Mohr**: Tautomerie und Desmotropie, 1. — **Darapsky**: Repetitorium der organischen Chemie, 2; Die Theorien der Chemie in ihrer geschichtlichen Entwicklung, 1. — **Franzen**: Gärungschemie I: Allgemeine Einleitung in die Bakteriologie und Hefenkunde, II: Spezielle Gärungsprozesse, 2; Gasanalyse und Gasvolumetrie, 1; Chemisch-analytische Besprechungen (mit Ebler), 14tägig, 1½; Praktische Einführung in die Bakteriologie und Gärungschemie. — **Ebler**: Spektralanalyse, 1. —

Koenigsberger: Höhere Algebra: Theorie der Gleichungen, 4; Differential-Integralrechnung II: Differentialgleichungen, Variationsrechnung, 3; Elemente der Zahlentheorie, 1; Übungen im mathematischen Unter- und Oberseminar, 2. — **Valentiner**: Ausgewählte Kapitel aus der Fixsternastronomie, 2. — **Wolf**: Elemente der Astronomie: Astronomische Geographie, 2 *g*. — **Cantor**: Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Elementare Arithmetik, Zahlentheorie und Algebra, 2. — **Koehler**: Synthetische Geometrie, 4. — **Boehm**: Vektoranalysis und Einführung in die analytische Mechanik, 3, Übungen, 1; Mathematische Übungen, 1—2. — **Bopp**: Potentialtheorie, 1; Theorie und Geschichte spezieller höherer Kurven, 1. — **Kopff**: Wahrscheinlichkeits- und Ausgleichungsrechnung, 1. —

Universität Innsbruck.

Tumlirz: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 5; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g*. — **Czermak**: Praktische Übungen, für Anfänger, 6, für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **v. Lerch**: Ionen und Elektronen, 3. — **Tollinger**: Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Milch, 2. — **Hammerl**: Elektrotechnik II, 2. —

Brunner: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie, 5; Praktische Übungen, tägl. außer Sonnabend, für Lehramtskandidaten, halbtägig. — **Hopfgartner**: Grundzüge der Photochemie, 2; Die Eigenschaften der Lösungen, 2. — **Zehenter**: Chemische Technologie der Metalle, 2. —

Gmeiner: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Zahlentheorie, 2; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*. — **Zindler**: Anwendungen der Differentialrechnung und der Integralrechnung auf Geometrie und Bewegungslehre, 6; Mathematisches Seminar: Einführung in die Differentialrechnung, 1 *g*. — **Menger**: Linearperspektive, 4, Konstruktionsübungen. —

Universität Jena.

Winkelmann: Experimentalphysik II: Akustik, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum (mit Baedeker): a) für Physiker, 6, b) für Chemiker, 4; Leitung physikalischer Spezialuntersuchungen (mit Straubel und Baedeker), tägl. — **Auerbach**: Theoretische Optik, 3; Einführung in die theoretische Physik, 2; Physikalisches Kolloquium (mit Baedeker), 2. — **Straubel**: Lichtbewegung in stetig veränderlichen Medien, 1. — **Baedeker**: Elektrische Wellen, 1. —

Knorr: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Wolff), tägl.; Medizinerpraktikum, 6 und 3; Praktikum in der organischen Abteilung und Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Rabe und Fecht), 40. — **Wolff**: Analytische Chemie, 3; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Vongerichten**: Chemische Technologie: Organische Industrie, 2; Technisch-chemisches Praktikum, halb- und ganztägig; Kursus in technisch-chemischer Analyse, 4; Technisch-chemisches Kolloquium. — **Matthes**: Pharmazeutische Chemie I: Anorganische Chemie, 3; Pharmazeutisches Halbpraktikum, tägl.; Praktische und theoretische Übungen aus dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie, ganz- und halbtägig. — **Rabe**: Aromatische Chemie, 1; Besprechung neuerer chemischer Arbeiten (mit Fecht), *g*. — **Gänge**: Arzneimittellehre für Studierende der Zahnheilkunde, 2; Praktische Übungen in chemischen Untersuchungen vermittelst optischer Hilfsmittel: Spektralanalyse, Mikroskopie, Polarisation und Refraktion des Lichtes, 2. — **Marc**: Die Grundlagen der physikalischen Chemie, mit Demonstrationen, 2; Physikalisch-chemische Arbeiten, 14 tägig. — **Fecht**: Reaktionen der organischen Chemie, 1. —

Thomae: Elliptische Funktionen, 4, Übungen, *g*. — **Haußner**: Elemente der Zahlentheorie, 4; Differential- und Integralrechnung II, mit Übungen, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 4; Mathematisches Seminar, 1; Mathematisches Proseminar, 2 *g*. — **Frege**: Analytische Mechanik, 4; Begriffsschrift, 1 *g*. — **Knopf**: Berechnung des scheinbaren Laufes der Planeten und Kometen, 2; Mathematische Geographie, 3. — **Rau**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 2; Einführung in die Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. —

Technische Hochschule Karlsruhe.

Lehmann: Experimentalphysik, 4, Ergänzende Demonstrationen, 2; Physikalisches Laboratorium (mit Sieveking), 6. — **Sieveking**: Einführung in die mathematische Physik, 3; Repetitorium der Physik, 1; Optik für Chemiker, 1. — **Arnold**: Dynamobau I: Allgemeiner Teil und Gleichstrommaschinen, 3, II: Synchrone und asynchrone Wechselstrommaschinen, 2; Übungen im Konstruieren elektrischer Maschinen und Apparate, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Schleiermacher), 9, II, 8; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Meßkunde, 2; Theoretische Elektrizitätslehre, 3; Elektrische Messungen, 1. — **Teichmüller**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Seminar, 2; Elektrische Leitungen und Verteilung elektrischer Energie, 2, Übungen, 2; Schwachstromtechnik, 2; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen. — **Bragstad**: Theorie des Wechselstroms, 3, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, 2, Übungen, 2; Wechselstromkommutatoren, 1, Übungen, 2. — **Hausrath**: Drahtlose Telegraphie, 1; Kabelprobleme, 1. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum, mit Vorträgen über die Theorie der Photographie, ferner Darstellung lichtempfindlicher Präparate, 4. — **Grimm**: Signal- und Sicherungsanlagen, 1. — **Benoit**: Hebemaschinen II, 3; Verlade- und Transportanlagen für Massengüter, 2; Entwerfen von Hebemaschinen, 6; Entwerfen von Hebemaschinen und Pumpen, 6. — **Bonte**: Maschinenelemente, 4; Maschinen, elementare Übungen, 8 und 4. — **Brauer**: Theoretische Maschinenlehre mit Übungen: Theorie der Turbinen, Mechanische Wärmetheorie, 6, Übungen, 3; Festigkeitslehre nebst Übungen und Kolloquium, 2; Untersuchungen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Gaskraftmaschinen, Wasserkraftmaschinen und Arbeitsmaschinen, Materialprüfungen auf Elastizität und Festigkeit, Hydraulische Versuche, 3. — **Graßmann**: Dampfmaschinen und Kessel I, 3; Dampfturbinen, 1; Entwerfen von Dampfmaschinen und Kesseln, 6. — **Lindner**: Maschinenkunde, 3; Maschinenfabrikation: Formgebungsarbeiten, 2; Werkzeugmaschinen und Einrichtung der Maschinenfabriken, 2; Arbeitsmaschinen der Industrie, 2; Technisches Zeichnen für Chemiker, 2; Technologische Exkursionen. — **Pfützner**: Heizung und Lüftung I: Allgemeiner Teil, 3. — **Tolle**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 4; Technische Mechanik I und II, 4; Ausgewählte Kapitel des Maschinenbaus, 1. — **Schultheiß**: Meteorologie: Klimatologie, 1. —

Engler: Anorganische Experimentalchemie, 4; Chemisches Kolloquium, 1; Theoretische Chemie, 1; Chemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Bunte**: Chemische Technologie I, 2, II, 2; Metallurgie, 1; Brennstoffe und industrielle Feuerungen, 1; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), 4 und 3; Gaschemische Übungen, 2; Arbeiten im chemisch-technischen Laboratorium, 5 Tage; Übungen in der technischen Analyse, tägl.; Technologische Exkursionen. — **Haber**: Physikalische Chemie I, 2; Überblick über die theoretische und technische Elektrochemie, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Kolloquium, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, 5 Tage; Physikalisch-chemischer und elektrochemischer Einführungskurs. — **Askenasy**: Bau und Betrieb der Akkumulatoren, 2. — **Dieckhoff**: Pharmazeutische Chemie, 2; Gerichtliche Chemie, 2. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Analyse, 1; Spezielle Technologie der Gasbeleuchtung, 1, Übungen, 4. — **Herzog**: Fermente und Enzyme, 2; Chemie der Zuckerarten, 1; Allgemeine Hygiene, 2. — **Just**: Physikalisch-chemische Meßmethoden, 1; Photochemie, 1. — **Mayer**: Chemie der Gase, 2. — **Rupp**: Chemische und mikroskopische Untersuchung der Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Skita**: Chemie der Farbstoffe und der Textilindustrie I, 2. — **Staudinger**: Chemie der Benzolderivate, 2. — **Ubbelohde**: Industrie des Petroleums, der Fette und Harze, 2. — **Wöhler**: Analytische Chemie II, 2; Anorganisch-chemische Tagesfragen, 1. —

Heun: Mechanik I und II, 4, Übungen, 2; Mechanisches Seminar, 4. — **Krazer**: Höhere Mathematik II, 3; Einleitung in die Funktionentheorie, 2. — **Schur**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Stäckel**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Faber**: Übungen in den Grundlehren der höheren Mathematik, 2; Arithmetik und Algebra, 2, Übungen, 1; Ebene und sphärische Trigonometrie, 2, Übungen, 1; Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 2, Übungen, 1. — **Winkelmann**: Elemente der Mechanik, 3, Übungen, 1; Mechanische Probleme der wissenschaftlichen Technik, 2. — **Haid**: Praktische Geometrie, 3; Höhere Geodäsie, 3; Geodätisches Praktikum I, 2, III, 3; Methode der kleinsten Quadrate, 2. — **Bürgin**: Katastervermessung II: Feldbereinigung, 3, Übungen, 2; Repetitorium der praktischen Geometrie, 2; Plan- und Terrainzeichnen, 2 und 4; Graphische Ausarbeitung der großen geodätischen Exkursion, 2. — **Stutz**: Organisation der Katastervermessung, 2, Übungen, 1. —

Universität Kiel.

Weber: Einleitung in die theoretische Physik: Mechanik und Elastizität, 4; Die Methoden der Lichtmessung mit Demonstrationen, 1; Theorie physikalischer Messungsapparate, mit Übungen, 1; Ausgewählte physikalische Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend, 4; Physikalisches Kolloquium (mit Dieterici), 2 *g*. — **Dieterici**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4 und 8, für Fortgeschrittene, tägl. —

Harries: Organische Experimentalchemie, 4; Chemisches Praktikum: Anorganische Abteilung (mit Biltz), tägl. außer Sonnabend, Organische Abteilung, tägl.; Chemische Gesellschaft: Vorträge über neue Arbeiten auf allen Gebieten der Chemie (mit Rügheimer, Biltz, Feist, Preuner und Mumm), 2 *g*. — **Rügheimer**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 3; Über die Alkaloide und deren Ermittelung bei Vergiftungsfällen, 1, Ergänzung, *g*; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend. — **Biltz**: Chemie der Metalle, 3. — **Berend**: Ausgewählte Kapitel der

organischen Chemie, 1 *g*; Repetitorium der organischen Chemie, 1. — **Stoehr**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Feist**: Chemie der Benzolderivate: Aromatische Chemie, mit spezieller Berücksichtigung der Farbstoffe, 2. — **Preuner**: Einführung in die Elektrochemie, 2. — **Mumm**: Die wichtigsten Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 1. —

Pochhammer: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Partielle Differentialgleichungen, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Harzer**: Sphärische Astronomie, 3; Differenzenrechnung, 1 *g*. — **Heffter**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Zahlentheorie, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1½ *g*. — **Kobold**: Theorie der speziellen Störungen, 2, Übungen, 1 *g*; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte. — **Landsberg**: Theorie der elliptischen Funktionen, 4, Kolloquium, 1 *g*; Theorie der unendlichen Reihen: Algebraische Analysis, 2. — **Weinnoldt**: Methoden der darstellenden Geometrie I, 3. —

Universität Königsberg.

Volkmann: Theorie der Wärme, 4, Ergänzungen und Erläuterungen, 1 *g*; Physikalisch-praktische Übungen und Arbeiten für Anfänger und Vorgerückte, 6; Leitung großer spezieller Arbeiten, tägl. außer Sonnabend. — **Kaufmann**: Experimentalphysik II, 5, Ergänzungen II, 1 *g*; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 3, für Geübtere, tägl. außer Sonnabend. —

Klinger: Anorganische Chemie, 4; Metalle und Salze, 1 *g*; Übungen im Laboratorium (mit Blochmann), tägl. außer Sonnabend, *g*. — **Stutzer**: Ausgewählte Abschnitte aus der organischen Chemie, 2; Futtermittel und deren Verwendung in der Landwirtschaft, 2; Praktische Übungen: Chemische und mikroskopische Untersuchungen, tägl.; Nahrungs- und Genußmittel, deren Herkunft, Bestandteile und Verfälschungen mit besonderer Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen, mit Lichtbildern, 1 *g*. — **Blochmann**: Analytische Chemie 1: Qualitative Analyse, 2; Titriermethoden, 1; Ermittelung der Elemente und einzelner Atomgruppen in organischen Körpern, 1 *g*. — **Partheil**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, 5; Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, 1; Praktische Übungen im pharmazeutisch-chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Methoden der Arzneimittelprüfung II, 1 *g*. — **Lassar-Cohn**: Aromatische Chemie, 1. — **Benrath**: Elektrochemie und Thermochemie, 2; Geographie chemischer Naturstoffe, 1 *g*. —

Meyer: Analytische Geometrie des Raumes, 3, Übungen, 1 *g*; Einleitung in die höhere Geometrie, 4, Übungen, für Fortgeschrittene, 1 *g*. — **Schoenflies**: Differentialgleichungen, 4; Ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, 2; Übungen, für Fortgeschrittene, 2 *g*. — **Battermann**: Sphärische Astronomie, 2; Interpolation und numerische Integration, 1 *g*. — **Saalschütz**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Algebraische Untersuchungen, 1—2 *g*. — **Cohn**: Ausgleichungsrechnung: Theorie der Beobachtungsfehler, Methode der kleinsten Quadrate, 3, Übungen, 2 *g*. —

Universität Leipzig.

Wiener: Experimentalphysik II: Licht, Magnetismus, Elektrizität, 5; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Praktikum (mit Scholl), 9, für Mediziner und Pharmazeuten, 3; Physikalisches Kolloquium (mit Des Coudres), 2 *g*. — **Des Coudres**: Elektrizität und Magnetismus: Maxwellsche Theorie, 4; Thermodynamische Übungen, mit Demonstrationen (mit Fredenhagen), 1 *g*; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. — **v. Oettingen**: Elemente der geometrischen Optik, 1 *g*. — **Marx**: Gasentladung, 2. — **Dahms**: Akustik, mit Demonstrationen, 2. — **Scholl**: Ausgewählte Kapitel aus der höheren Optik: Interferenzmethoden, Interferentialrefraktor, elliptische Polarisation, Metalloptik, mit Demonstrationen, 1. — **Fredenhagen**: Photochemie, 1; Experimentelle Ergänzungen zur Maxwellschen Theorie, 1. —

Beckmann: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Chemisches Praktikum, tägl., für Mediziner, 6; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Pharmazeutisch-chemisch-toxikologisches Praktikum, tägl.; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Heller, Deußen, Scheiber und Sieverts), tägl.; Chemisch-technisches Praktikum (mit Heller), tägl. — **Hantzsch**: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum für Analytiker, tägl.; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Stobbe, Rassow und Ley), tägl.; Pharmazeutisch-chemisch-toxikologisches Praktikum, tägl. — **Le Blanc**: Physikalische Chemie, 4; Physikalisch-chemisches Praktikum (mit Drucker und Freundlich), tägl.; Chemisches Praktikum (mit Böttger), tägl.; Physikalisch-chemischer Einführungskurs (mit Freundlich), 4 oder 8; Übungen in Elektroanalyse (mit Böttger), 4; Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Schaum, Böttger, Drucker und Freundlich), 1½ *g*. — **Stobbe**: Spezielle organische Chemie: Heterozyklische Verbindungen, 1; Photochemie organischer Verbindungen, 1. — **Wagner**: Experimentelle Einführung in die Chemie auf physikalischer Grundlage, 1 *g*; Elemente der Thermo- und Elektrochemie in methodischer Darstellung, 1; Chemisches Praktikum für Lehrer: Analyse und Schulversuche, tägl.; Didaktische Besprechungen, analytischer und präparativer Teil, 1 *g*. — **Rassow**: Chemische Technologie organischer Betriebe: Zellulose, Zucker, Stärke, Gärungsgewerbe, Fette und Öle, mit Exkursionen, 2; Über Teerfarbstoffe, 2. — **Ley**: Analytische Chemie, 2; Stereochemie, 1. — **Schaum**: Photochemie I, 2. — **Böttger**: Prinzipien der quantitativen (Maß- und Gewichts-) Analyse, 1; Elektroanalyse, 1. — **Schall**: Elektrosynthese organischer Verbindungen, 1; Elektrolyse geschmolzener Salze, 1. — **Heller**: Einführung in die organische Technologie und Chemie, 2. — **Deußen**: Riechstoffe, ihre Gewinnung, Zusammensetzung und Anwendung, 1. — **Drucker**: Chemisches Gleichgewicht, 2. — **Freundlich**: Kapillarchemie: Chemie der Kolloide und verwandte Gebiete, 1. — **Scheiber**: Toxikologische Analyse, 1; Ausgewählte Probleme der organischen Chemie, 1. — **Sieverts**: Allotropie und Isomerie in der anorganischen Chemie, 1. —

Neumann: Differential- und Integralrechnung, 4. — **Bruns**: Himmlische Mechanik, 4; Praktische Analysis, 2 *g*; Praktische Übungen in der Sternwarte (mit Peter), *g*. — **Hölder**: Mechanik, 5, Übungen, 1 *g*; Algebraische Gleichungen, 2. — **Rohn**: Anwendung der Differentialrechnung auf Kurven und Flächen, 4, Übungen, 1 *g*; Flächen 3. Ordnung, 1. — **Peter**: Theorie der geographischen Ortsbestimmungen, 1; Übungen im Ephemeridenrechnen und Bahnbestimmen, 1 *g*. — **Hausdorff**: Reihen und bestimmte Integrale, 4. — **Liebmann**: Analytische Geometrie des Raumes, 4, Übungen, 1 *g*. —

Universität Marburg.

Richarz: Experimentalphysik: Wärme, Magnetismus und Elektrizität, 5, Ergänzungen (elementarmathematisch), 1; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Feußner und Schulze), 6; Leitung eigener Untersuchungen, tägl. — **Feußner**: Theoretische Physik: Wärme, 4; Theoretisch-physikalisches Seminar, 2 *g*. — **Schulze**: Kinetische Gastheorie, 2; Interferenz und Polarisation, mit Demonstrationen, 1; Repetitorium der Experimentalphysik mit elementarmathematischen Übungen, 1. —

Zincke: Allgemeine Chemie II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen in der allgemeinen und analytischen Chemie, sowie selbständige chemische Arbeiten (mit Fries), tägl.; Chemische Übungen für Mediziner (mit Fries), tägl.; Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner (mit Fries), 3. — **Schmidt**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Über Ausmittelung der Gifte, 1 *g*; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel und selbständige chemische Arbeiten (mit Rupp). — **Fittica**: Chemische Analyse, 3; Ältere Geschichte der Chemie, 1 *g*. — **Rupp**: Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, 2; Prüfung galenischer Präparate, 1; Prüfung von Arzneimitteln, 1 *g*. — **Reißert**: Chemie der Benzolverbindungen, 2. — **Fritsch**: Pyridinderivate, 1 *g*. — **Haselhoff**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 1 *g*; Praktische Übungen in Nahrungsmittel-Untersuchungen, tägl. — **Fries**: Technologie der wichtigeren anorganischen Verbindungen, mit Exkursionen, 2; Chemie der Terpene, 1; Chemisches Repetitorium für Mediziner: Anorganische Chemie, 1; Chemisches Kolloquium, 1 *g*; Physikalisch-chemisches Praktikum, 3. — **Keller**: Neuere Arzneimittel; Chemisches Repetitorium; Übungen im Sterilisieren. —

Hensel: Integralrechnung, 4; Allgemeine Theorie der

ebenen Kurven, 3; Mathematisches Proseminar, 1 *g*; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Neumann**: Theorie der linearen Differentialgleichungen, 3; Partielle Differentialgleichungen der mathematischen Physik, 4; Mathematisches Seminar, 2. — v. **Dalwigk**: Elliptische Funktionen, 4; Analytische Geometrie des Raumes, besonders Theorie der Flächen 2. Ordnung, 4; Übungen aus der darstellenden Geometrie für Vorgerückte, 2. —

Universität München.

Röntgen: Experimentalphysik I, 5; Praktische Übungen im Laboratorium, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Sommerfeld**: Elektrodynamik, insbesondere Elektronentheorie, 4; Seminar über elektrodynamische Fragen, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten in der mathematisch-physikalischen Sammlung, tägl.; Über die Bedeutung der Kreiseltheorie für die allgemeine Mechanik und Physik, 2. — **Graetz**: Physik (experimentell) I: Einleitung, Wärme, Elektrizität, 5; Analytische Mechanik, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten aus der Physik, tägl. *g*; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Erk**: Allgemeine Meteorologie und Klimatologie, 4; Meteorologisches Praktikum, 3—12. — **Donle**: Einführung in die elektromagnetische Theorie des Lichtes, 2. — **Koch**: Geometrische Optik mit besonderer Berücksichtigung der Wirkungsweise optischer Instrumente, mit Demonstrationen, 1. — **Schmauß**: Die Ergebnisse der Drachen- und Registrierballonaufstiege, 2. —

v. **Baeyer**: Unorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit Hofmann, Piloty und Sand in der unorganischen, mit Dimroth und Dieckmann in der organischen Abteilung), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Hofmann), 4. — **Paul**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Nahrungsmittelchemie I, 2; Pharmazeutisch-chemische Präparatenkunde; Anorganische Präparate, 3; Chemisches Praktikum: Praktische Übungen, einschließlich physikalisch-chemischer, elektro-chemischer und nahrungsmittelchemischer Arbeiten (die analytisch-chemischen Übungen mit Prandtl), tägl. außer Sonnabend; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum: Praktische Übungen im pharmazeutischen Institut, einschließlich der Übungen in den für den Apotheker wichtigen Sterilisationsverfahren, tägl. außer Sonnabend. — **Hofmann**: Spezielle unorganische Experimentalchemie: Metalloide und Schwermetalle, 4; Praktikum für Gasanalyse, 4; Physikalisch-chemisches Praktikum einschließlich Spektralanalyse (mit Sand), 4. — **Piloty**: Analytische Chemie I: Qualitative und quantitative Gewichtsanalyse, 3; Elektrolytisches Praktikum, ganztägig, 4—5 wöchentliche Kurse. — **Dimroth**: Benzolderivate, 4. — **Dieckmann**: Organische Reaktionen, 1 *g*. — **Brunn**: Mengenlehre, 4. — **Sand**: Physikalische Chemie, 3. — **Wieland**: Neuere organische Arbeiten, 1. — **Prandtl**: Anorganisch-chemische Technologie I, mit Exkursionen, 3; Erläuterungen zum anorganisch-chemischen Praktikum, 2. —

Lindemann: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Einleitung in die Theorie der gewöhnlichen und der partiellen Differentialgleichungen, 4; Über die mathematischen Grundlagen des Versicherungswesens, 2; Mathematisches Seminar, 1½ *g*. — v. **Seeliger**: Mechanische, physikalische und mathematische Grundlagen der Astronomie, 4; Astronomisches Kolloquium, *g*. — **Voß**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 2; Differentialgeometrie der Kurven und Flächen I, 4; Mathematisches Seminar, 1½. — **Pringsheim**: Algebra, 4; Elliptische Funktionen, 4. — **Doehlemann**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 3; Liniengeometrie in synthetisch-analytischer Darstellung, 4; Die Raumdarstellung in der bildenden Kunst, 2. — **Hartogs**: Algebraische Analysis, 4. — **Perron**: Theorie und Anwendung der Determinanten, 4; Über divergente Reihen, 2. — **Großmann**: Allgemeine Astronomie, 2. —

Technische Hochschule München.

Ebert: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärme, Reibungs-, Berührungs- und Thermo-Elektrizität, 6; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Physik. — **Knoblauch**: Anwendungen der Thermodynamik auf physikalisch-chemische Erscheinungen, 2; Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik. — **Fischer**: Grundzüge der Physik: Mechanik, Akustik, Wärme, Magnetismus, 3; Ionen und Elektronen in flüssigen, gasförmigen und festen Körpern, 4. — **Emden**: Luftschiffahrt und Flugtechnik, 2; Allgemeine Meteorologie und Klimatologie, 2. — **Urban**: Unterrichtskurse in praktischer Photographie, mit Übungen, 6 Nachmittage. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Ventilation, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, 3; Schwachstromtechnik: Telegraphie, Telephonie und drahtlose Telegraphie, 2. — **Heinke**: Einführung in die Elektrotechnik, 4; Elektrische Meßtechnik, 3; Elektrotechnisches Praktikum I: Meßtechnik und Photometrie, 8, für Vorgeschrittene, 20 bis 32. — **Ossanna**: Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen I: Gleichstrommaschinen und Umformer, 3, II: Synchrongeneratoren und Synchronmotoren, 3; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4; Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Umformern und Transformatoren, 8 und 2. — **Kadrnozka**: Bau und Betrieb elektrischer Anlagen I: a) Elektrische Kraftbetriebe, 2, b) Elektrische Bahnen, 3, c) Elektrische Lichtbetriebe, 2. — **Krell**: Maschinenzeichnen, 4; Konstruktionslehre der Hebezeuge, 3; Entwerfen von Hebezeugen, 6; Allgemeine Maschinenlehre, 3. — v. **Lossow**: Konstruktionslehre der Maschinenteile I, 6; Entwerfen von Maschinenteilen I, 8 und 6; Dampfkessel und deren Feuerungen, 2. — **Schmeer**: Konstruktionslehre der Pumpen, Gebläse und Kompressoren, 2. — **Camerer**: Wasserkraftmaschinen, 5; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, 2; Wasserkraftanlagen, Übungen, 3. — **Lynen**: Entwerfen von Dampfmaschinen, 8; Konstruktionslehre der Eisenbahnmaschinen, 4; Graphodynamik der Steuerungsgetriebe, 2. — **Schröter**: Theoretische Maschinenlehre II: a) Kurbelgetriebe und Regulierung, 3, b) Theorie der Wärmekraftmaschinen II: Dampfturbinen, 3, Übungen, 2; Mechanische Wärmetheorie: Technische Thermodynamik, 2, Übungen, 1. — v. **Linde**: Theorie der Kältemaschinen, 2. — v. **Hoyer**: Mechanische Technologie, 6; Grundzüge der mechanischen Technologie, 2. —

Muthmann: Unorganische Experimentalchemie, einschließlich der Grundzüge der physikalischen Chemie, 6; Chemisches Praktikum im analytischen und elektrochemischen Laboratorium, 10—30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie und der Elektrochemie, 30. — **Lipp**: Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium, 20—30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie, 30. — **Eibner**: Geschichte der aromatischen Diazoverbindungen, 1; Die Chemie in der Maltechnik unter Berücksichtigung der Physik, 2; Praktikum für Maltechnik, 10—30. — **Rohde**: Chemie der wichtigsten heterozyklischen Verbindungen mit besonderer Berücksichtigung des Pyridins und Chinolins, 1. — **Hofer**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Maßanalyse II, 2; Theoretische Elektrochemie, 2. — **Schultz**: Chemische Technologie mit Brennmaterialienlehre und Feuerungskunde I, 3, II, 3; Praktikum, 20—30, Spezielle Arbeiten, 30; Chemisch-technische Übungen, 4. — **Lintner**: Chemische Technologie des Wassers und der Kohlehydrate, 3; Gärungschemisches Praktikum, 30. —

Finsterwalder: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 3; Analytische Mechanik, 3; Mathematisches Seminar (Kolloquium) (mit v. Dyck, Burkhardt und Kutta), 2. — v. **Dyck**: Höhere Mathematik III, 5, Übungen, 2; Differentialgleichungen, 4. — **Burkhardt**: Grundzüge der höheren Mathematik, 4, Übungen, 2; Mathematische Behandlung periodischer Naturerscheinungen, 2. — **Kutta**: Elementare Mathematik, 4, Übungen, 1; Trigonometrie, 3, Übungen, 1. — **Burmester**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4. — **Schmidt**: Vermessungskunde I, 4, Praktikum, 2 oder 4; Landesvermessung, 4; Katastertechnik, 3, Praktikum III, 4; Kartierungsübungen, 4. — **Bischoff**: Ausgleichungsrechnung, 1; Mechanisches und graphisches Rechnen, 1. — **Großmann**: Sphärische Astronomie, 2. — **Näbauer**: Anleitung zur rechnerischen Ausarbeitung geodätischer Aufnahmen, Übungen, 2. — **Föppl**: Technische Mechanik II: Graphische Statik, 3, Übungen, 2, III: Festigkeitslehre, 4. —

Universität Münster.

Schmidt: Experimentalphysik: Elektrizität und Optik, 4, Elementar-mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Physikalische Übungen, 3 und 6, für Mediziner, 2; Physikalisches Praktikum für

Fortgeschrittene (mit Konen), tägl. — **Konen**: Theorie der Wärme, 3, Übungen, 1 *g*; Übungen in physikalischen und chemischen Demonstrationsversuchen und in der Anfertigung einfacher Apparate (mit Thiel), 3. —

Salkowski: Anorganische Chemie, 5; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 2 *g*; Chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner (mit Kaßner und Thiel), 6. — **König**: Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, ihre Gewinnung, Zusammensetzung und Verfälschung, 2 *g*; Übungen im Laboratorium der agrikulturchemischen Versuchsstation, tägl. *g*. — **Kaßner**: Maßanalyse, 1 *g*; Organische Chemie, mit besonderer Berücksichtigung der Medizin und Pharmazie, 4; Kolloquium über pharmazeutische Präparate und die Gegenstände des deutschen Arzneibuchs, 1; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Analyse technischer Gase, 1; Pharmazeutisch-chemische, maßanalytische und toxikologische Übungen im Laboratorium, Darstellung chemischer Präparate, Bearbeitung wissenschaftlicher oder technischer Aufgaben, tägl. außer Sonnabend. — **Bömer**: Untersuchung und Beurteilung der Nahrungs- und Genußmittel, 2 *g*; Repetitorium der Nahrungsmittelchemie, 1 *g*. — **Thiel**: Physikalische Chemie II: Elektrochemie, 3. —

Killing: Funktionentheorie, 4; Mathematisches Oberseminar, 2 *g*. — **v. Lilienthal**: Differential- und Integralrechnung II, 4; Einleitung in die höhere Algebra, 4; Politische Arithmetik, 1; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g*. — **Dehn**: Analytische Geometrie II, 4; Graphische Statik, 3. — **Plaßmann**: Die Fixsterne und der Bau des Weltalls, 2 *g*; Astronomische Zeitrechnung und Kalenderkunde für Historiker, 1; Beobachtung und Theorie der veränderlichen Sterne, 2; Übungen im Beobachten und Rechnen, *g*. —

Akademie Posen.

Spies: Optik II: Farbenlehre, optische Instrumente, Wellenlehre, 1½; Telegraph und Telephon, 1; Physikalisches Kolloquium (Referate über ausgewählte Kapitel der Physik), 1; Praktische Übungen, 1. —

Wörner: Grundzüge der Chemie, 2; Chemische Übungen, 2; Praktischer Kursus der physiologischen Chemie für Ärzte, Apotheker und Chemiker, 2; Chemisches Praktikum für Geübte. —

Spies: Differential- und Integralrechnung (Fortsetzung), 1. — **Paur**: Trigonometrie mit Anwendung auf das Feldmessen, 1. —

Universität Prag.

Lecher: Experimentalphysik I, 5; Physikalisches Praktikum I, für Physiker und Mathematiker, 6, für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, tägl. *g*. — **Lippich**: Thermodynamik, 4; Interferenz des Lichtes, 1; Übungen der mathematisch-physikalischen Abteilung, 1 *g*. — **Spitaler**: Meteorologie I; Allgemeine Eigenschaften der Atmosphäre und ihre Temperatur, 2; Geophysik, 2. — **Rothmund**: Physikalische Chemie I: Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre, 4, Mathematische Ergänzungen, 1; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, tägl. —

Goldschmidt: Anorganische Chemie, 5; Chemische Experimentierübungen, 2; Chemische Übungen, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, halbtägig; Übungen in sanitätspolizeilichen Untersuchungen und in der Prüfung der offizinellen chemischen Präparate für Physikatskandidaten, tägl. außer Sonnabend; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **Meyer**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 3; Technische Analyse organischer Stoffe, 3. — **Kirpal**: Maß- und Gewichtsanalyse, 3. — **Hönigschmid**: Das periodische System der Elemente, 1. —

Pick: Übersicht der Infinitesimalrechnung, 3; Gruppentheorie und algebraische Gleichungen, 2; Übungen der mathematischen Abteilung, 2 *g*. — **Grünwald**: Elemente der Differentialgeometrie, 3; Ausgewählte Kapitel aus der analytischen Geometrie, 2. — **Weinek**: Über Refraktion, Aberration, Präzession und Nutation (Sphärische Astronomie II), 3. — **Oppenheim**: Einführung in die Theorie der Kartenprojektionen, 1; Niedere und Einleitung in die höhere Geodäsie, 2. —

Technische Hochschule Prag.

Tuma: Physik: Metrologie, Fundamentalsätze der Mechanik, Mechanik physikalischer Körper, Hydrostatik und Hydrodynamik, Aerostatik und Aerodynamik, Wellenlehre, Akustik, Optik, Wärmelehre, Molekulartheorie, 5; Physikalisches Praktikum für Chemiker, 3, für Lehramtskandidaten, 6; Physik für Kulturingenieure, 3. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik, 4, Übungen, 3; Ausgewählte Kapitel der Wechselstrom-Elektrotechnik, 1. — **Pichl**: Meteorologie und Klimatologie, 3. — **Schiebel**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Technisches Zeichnen, 4; Maschinenbau Ia, 2, Ib, 4, Konstruktionsübungen, 14. — **Doerfel**: Maschinenlehre I, 2, Übungen, 6, II, 5; Maschinenbau IIa, 2, Konstruktionsübungen, 6, Übungen im Maschinenbau-Laboratorium, 2. — **Körner**: Maschinenbau IIb, 4, Konstruktionsübungen, 8, Übungen im Maschinenbau-Laboratorium, 14 tägig, 4; Maschinenbau, ausgewählte Kapitel, 2. —

N. N.: Allgemeine Experimentalchemie: Mineralstoffe (Einleitung und 1. Teil der speziellen Chemie der Elemente), 5; Kohlenstoffverbindungen, 4; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere, 15; Praktische Unterweisung in der chemischen Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsartikeln, 4; Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 5, Übungen, 23. — **Gintl**: Analytische Chemie (qualitative), 2, Praktische Übungen, 20; Analytische Chemie (quantitative), 2, Praktische Übungen, 24; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2, Übungen, 6; Enzyklopädie der technischen Chemie, 2; Elementaranalyse organischer Verbindungen, 2; Methoden der quantitativen Mineralanalyse, 2. — **Storch**: Physikalische Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 1, Übungen, 3; Chemie der Metalle und technische Metallgewinnung, 2; Maßanalyse und chemische Arithmetik, 1; Physikalische Chemie I: Chemische Statik und Dynamik, 2, III: Elektrochemie, 3, Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen, 15. — **v. Georgievics**: Chemische Technologie organischer Stoffe, 6½, Übungen, 23½. —

Carda: Mathematik I, 6, Repetitorium, 2; Elemente der höheren Mathematik, 6, Repetitorium, 1; Ausgewählte Kapitel der Differential- und Integralrechnung: Funktionentheorie, 2; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2. — **Grünwald**: Mathematik IIb, 5, Übungen, 3; Differentialgleichungen und deren Anwendung auf Geometrie und Mechanik, 2. — **Rosmanith**: Versicherungsmathematik I, 3, II, 3. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 5, Konstruktive Übungen, 8 und 6, Übungen für Vorgeschrittene, 6; Geometrie der Lage, 3, Übungen, 4. — **Stark**: Enzyklopädie der Mechanik II, 2; Mechanik I, 6, Repetitorium, 1; Graphische Statik, 2, Konstruktive Übungen, 2; Materialienlehre, 1. — **Adamczik**: Elemente der niederen Geodäsie, 3, Übungen, 2; Praktische Geometrie I: Niedere Geodäsie, 4½, Übungen, 2, Geodätischer Kurs, 2, III: Höhere Geodäsie, 3, Übungen, 2; Technisches Zeichnen A, 4 und 3; Geodätisches Rechnen, Übungen, 2. —

Universität Rostock.

Heydweiller: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 8 und 4; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl.; Physikalisches Seminar, 1 *g*. — **Weber**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 3; Hydrodynamik und Kapillarität, 3; Übungen zur theoretischen Physik, 1; Vektoranalysis, 1. —

Michaelis: Organische Chemie, 5; Übungen im chemischen Laboratorium: Großes Praktikum, tägl. außer Sonnabend, Kleines Praktikum, 9, Übungen für Mediziner, 4, für Nahrungsmittelchemiker, 4; Pharmazeutische Präparatenkunde, 2 *g*. — **Stoermer**: Analytische Chemie, 4; Gerichtlich-toxikologische Chemie, 2; Über die Oxydations- und Reduktionsmethoden der organischen Chemie, 1. — **Kümmell**: Chemische Verwandtschaftslehre: Statik, Kinetik, Thermochemie, Photochemie, 4; Kleines physikochemisches Praktikum, 3; Physikochemisches Vollpraktikum: Leitung selbständiger Arbeiten, tägl. — **Kunckell**: Repetitorium der pharmazeutischen Chemie, 3; Chemische Untersuchung der Arzneimittel und maßanalytische Bestimmungen des Arzneibuches, 1; Einführung in die Nahrungsmittel- und Harnanalyse für Pharmazeuten, 1 *g*; Exkursionen zur Besichtigung chemischer resp. chemisch-technischer Unternehmen mit eingehender Besprechung dieser und verwandter Betriebe, *g*. —

Staude: Algebra, 4; Theorie der analytischen Funktionen, 4; Mathematisches Seminar, 2. —

Universität Straßburg.

Braun: Experimentalphysik II: Wärme, Akustik, Elektrizität, 5; Physikalische Übungen, 13; Übersichtskursus für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten (mit Cohn), 5 Tage; Physikalisches Kolloquium (mit Cohn), 2 *g*. — **Cohn**: Mechanik, 2; Strahlung als elektromagnetischer Vorgang, 3. — **Hergesell**: Grundzüge der Meteorologie, 2; Meteorologisches Kolloquium, 2; Meteorologische Übungen, tägl. *g*. — **Mandelstam**: Die physikalischen Grundlagen der drahtlosen Telegraphie, 1. —

Thiele: Allgemeine Experimentalchemie, anorganischer Teil, 5; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene (mit Kohlschütter), tägl. außer Sonnabend. — **Rose**: Chemische Technologie der Metalloide, 3; Die Untersuchung und Reinigung des Wassers, 1 *g*. — **Kohlschütter**: Analytische Chemie, $2^1/_4$; Kolloquium über anorganische Chemie, 1; Übungen in physikalisch-chemischen Meßmethoden. — **Kreutz**: Chemie der menschlichen Nahrungsmittel, 1. — **Straus**: Chemie der Benzolderivate II, $1^3/_4$; Repetitorium der organischen Chemie: Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Fettreihe, 2. — **Schär**: Pharmakognosie, 4; Pharmakognostische Demonstrationen, 1 *g*; Toxikologie, 2; Übungen und Untersuchungen im pharmazeutischen Institut, tägl. außer Sonnabend; Pharmakognostisch-mikroskopisches Praktikum (mit Rosenthaler), I, 3, II, 2 bis 3; Chemisches Praktikum für Nahrungsmittelchemiker (mit Kreutz), tägl. außer Sonnabend. — **Rosenthaler**: Galenische Präparate in Theorie und Praxis, 1. —

Weber: Differential- und Integralrechnung, 4; Theorie der elliptischen Funktionen, 2; Übungen des mathematischen Oberseminars (mit Wellstein, Timerding und Epstein), $1^1/_2$ *g*. — **Wellstein**: Enzyklopädie der Elementarmathematik II: Geometrie, 3; Lineare Differentialgleichungen, 2; Übungen des mathematischen Unterseminars, 1. — **Timerding**: Analytische Geometrie der Ebene, 3, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie der Ebene I, 2, Übungen, 2 *g*; Sphärische Trigonometrie, 1. — **Simon**: Nichteuklidische Geometrie in elementarer Behandlung, 2. — **Epstein**: Einführung in die Zahlentheorie, 2. — **Becker**: Theorie der speziellen Störungen und Bahnbestimmung II: Einleitung in die Theorie der allgemeinen Störungen, 3; Astronomisches Kolloquium, 14-tägig, 1 Abend *g*; Astronomische Beobachtungen an Instrumenten der Sternwarte. — **Wirtz**: Aus der Photometrie der Gestirne, 1. —

Technische Hochschule Stuttgart.

Koch: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Elektrostatik, Magnetismus, Elektrokinematik, 4; Theoretische Physik, ausgewählte Kapitel, 2; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Keefer); Meteorologie, 1. — **Veesenmeyer**: Grundlagen der Elektrotechnik, 6; Elektrische Maschinen und Apparate I, 3; Elektrotechnische Maschinenkonstruktionen, 8; Einrichtung und Betrieb elektrotechnischer Fabriken, 1; Projektieren elektrischer Anlagen, 4. — **Dietrich**: Elektrische Beleuchtung, 2; Elektrotechnische Meßkunde II, 2; Elektrotechnisches Laboratorium II (mit Herrmann, Mattes und Hähnle), III (mit Mattes und Hähnle). — **Herrmann**: Elektrische Zentralanlagen und Leitungen, 2; Schwachstromtechnik, 2, Übungen; Theorie der Wechselströme, 2; Elektrotechnisches Laboratorium II; Grundzüge der Elektrotechnik, 2. — **Kriemler**: Technische Mechanik, 6, Übungen, 2. — **v. Weyrauch**: Mechanische Wärmetheorie, 4. — **Berg**: Maschinenzeichnen, 8; Schattenkonstruktionen und Perspektive, 8; Pumpen, Übungen, 4. — **Maier**: Maschinenelemente (mit Röcker), 6, Konstruktionsübungen, 9; Hebezeuge (mit Röcker), 2; Verbrennungsmotoren (mit Röcker), 2. — **Thomann**: Fabrikanlagen I, 1, II, mit Übungen, 2; Maschinenkonstruktionen (mit Treiber), 10; Maschinenkunde, 4. — **Bantlin**: Dampfmaschinen, 6; Maschinenkonstruktionen (mit Stahl), 8 und 6. — **Enßlin**: Ausgewählte Kapitel aus der Elastizitätslehre, 1; Lösung maschinentechnischer Aufgaben aus dem Gebiet der Elastizität und Festigkeit, 1. — **v. Bach**: Materialprüfungsanstalt (mit Bischoff und Bretschneider), Übungen, tägl.; Ingenieurlaboratorium (mit Stückle), 4, mit Übungen; Erörterungen für Maschineningenieure, 1. — **Dauner**: Eisenbahnfahrzeuge, 3. — **Baumann**: Untersuchung der Konstruktionsmaterialien, 2. — **Widmaier**: Mechanische Technologie, 5; Eisenhüttenkunde, 2. — **Johannsen**: Ausgewählte Kapitel für Textilingenieure, 1—2 *g*. —

v. Hell: Unorganische Chemie, 4; Organische Chemie, 5; Übungen im Laboratorium für reine und pharmazeutische Chemie (mit Kauffmann, Schmidt, Bauer und Schaal). — **Müller**: Elektrochemie, 2; Technische Chemie, 2; Analytische Chemie auf physiko-chemischer Grundlage, 1; Übungen im Laboratorium für Elektrochemie und Technische Chemie. — **Häussermann**: Chemische Technologie der Brenn- und Leuchtstoffe, 2. — **Küster**: Pharmazeutische Chemie, unorganischer Teil, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Kauffmann**: Repetitorium der unorganischen Chemie, 2; Kolloquium über organische Chemie, 2; Farbenchemie, 2. — **Schmidt**: Analytische Chemie, 2; Einführung in die Stöchiometrie, 1. — **Philip**: Maßanalyse, 1. — **Rohland**: Technologie der Mörtelmaterialien, 1 *g*; Unorganische Chemie, 1 *g*. — **Brunner**: Photochemie mit besonderer Berücksichtigung der Photographie, 1. —

N. N.: Trigonometrie, 2, Übungen, 2 und 1. — **Stübler**: Niedere Analysis, 4; Auflösung numerischer Gleichungen, 1. — **Bretschneider**: Repetitionen in niederer Mathematik, 1. — **Wölffing**: Elemente der Differential- und Integralrechnung, mit Übungen, 4; Höhere Algebra, 3. — **Reuschle**: Analytische Geometrie des Raums (mit Stübler), 2, Übungen, 1; Kurvendiskussion, mit Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel aus der neueren analytischen Geometrie der Ebene und des Raums einschließlich Invariantentheorie, 3; Differential- und Integralrechnung II (mit Stübler), mit Übungen, 4, III, mit Übungen, 3; Mathematisches Seminar (mit Mehmke), 1. — **Mehmke**: Darstellende Geometrie (mit Stübler), 4, Übungen, 6; Vektoren- und Punktrechnung (mit Stübler), 3, Übungen, 1. — **Roth**: Schattenkonstruktionen und Beleuchtungskunde, 4. — **Heer**: Plan- und Geländezeichnen, 4. — **Hammer**: Ausarbeitung der geodätischen Aufnahmen, 2; Praktische Geometrie I, 3, Übungen, 6; Geodätische Übungen (mit Heer), 4; Ausgleichungsrechnung: Methode der kleinsten Quadrate, 2; Direkte Zeit- und geographische Ortsbestimmung, 2; Barometrische Höhenmessung, 1. —

Universität Tübingen.

Paschen: Experimentalphysik: Akustik, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 4; Selbständige physikalische Untersuchungen, tägl. — **Waitz**: Theoretische Physik I: Einleitung, Akustik, Wärme, 3, Übungen, 2; Meteorologie und Klimatologie, 1. — **Gans**: Theorie des Magnetismus, mit Experimenten, 2. — **Happel**: Geometrische Optik, 1. —

Wislicenus: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie, 5, Ergänzungen, 1; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl.: a) Analytisch-chemisches Praktikum (mit Bülow), b) Chemisch-pharmazeutisches Praktikum (mit Weinland), c) Präparative Arbeiten und physikalisch-chemische Übungen (mit Wedekind), d) Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Bülow, Weinland und Wedekind). — **Bülow**: Analytische Chemie I, 3; Chemie der künstlichen organischen Farbstoffe II, 1. — **Weinland**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 2; Quantitative Untersuchung der Arzneimittel: Anorganischer Teil, 1; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 1. — **Wedekind**: Theoretische und physikalische Chemie (in elementarer Form), 2; Chemie der aromatischen Verbindungen II: Heterozyklische Verbindungen, 2; Die sogenannten seltenen Elemente in ihrer wissenschaftlichen und industriellen Bedeutung, 1. —

v. Brill: Einführung in die höhere Mathematik, 4; Über nichtstarre Systeme und die Mechanik von Hertz, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **v. Stahl**: Höhere Algebra, 2; Anwendungen der Funktionentheorie, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Maurer**: Höhere Analysis II, 3, Übungen, 1; Zahlentheorie, 2. —

Universität Wien.

v. Lang: Experimentalphysik I, 4, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*. — **Franz Exner**: Experimentalphysik, 5;

Physikalisches Praktikum, 6; Physikalische Übungen für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Konversatorium (mit v. Schweidler), 1 *g*. — **Hasenöhrl**: Theorie der Elektrizität, 5; Proseminar für theoretische Physik, 1 *g*; Seminar für theoretische Physik, 1 *g*. — **Lampa**: Akustik, 3. — **N. N.**: Experimentalphysik, insbesondere Elektrizität und Optik, 3; Einführung in die mathematische Physik, zugleich als Einleitung in die Differential- und Integralrechnung, 2; Demonstrationen und Übungen an und mit physikalischen Apparaten, 1. — **v. Schweidler**: Physikalisches Praktikum: Anleitung zur Anstellung von Schulexperimenten, 6; Experimentalphysik, 5. — **Meyer**: Elemente der theoretischen Physik I, 5. — **Haschek**: Physikalisches Praktikum für Vorgeschrittene, 8; Experimente zur Elektrizitätslehre, 3. — **Przibram**: Die neueren Anschauungen über die Konstitution der Materie, 1. — **Ehrenhaft**: Theorie der Wärmeleitung, 2. — **Hann**: Dynamische Meteorologie und Wetterlehre, 1; Allgemeine Ozeanographie, 1; Die wichtigsten Theorien der Physik der Atmosphäre, 5. — **Felix Exner**: Theorie des Erdmagnetismus, 1; Ausgewählte Kapitel aus der meteorologischen Optik, 1. — **Conrad**: Theorie der erdmagnetischen Instrumente, 1; Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Meteorologie, 1. — **Hinterberger**: Photographisches Praktikum, 6 Wochen; Praktischer Kurs über Mikrophotographie, 20; Photographisches Praktikum, *g*; Praktischer Kurs über Mikrophotographie, *g*. —

Skraup: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, 5 Tage, für Mediziner, 4; Arbeiten für Vorgeschrittene, 5 Tage. — **Wegscheider**: Theoretische und physikalische Chemie I, 5; Chemische Übungen für Anfänger, 5 Tage; Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. — **Lippmann**: Organische Chemie I: Chemie der aliphatischen Verbindungen, 3; Chemische Übungen für Anfänger, 5 Tage; Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. — **Herzig**: Chemie der Alkaloide, 2; Übungen aus der pharmazeutischen Chemie, 5 Tage. — **Schacherl**: Ausgewählte Kapitel der Chemie und Technologie der Nahrungsmittel, 2. — **Pollak**: Chemische Technologie der Rohstoffe des Pflanzenreiches, mit Exkursionen, 1; Färbereichemische Übungen, 5. — **Wenzel**: Chemische Technologie: Anorganische Großindustrie und Präparatendarstellung, 2; Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 1. — **M. Kohn**: Einführung in das Studium der heterozyklischen Verbindungen der organischen Chemie, 1. —

v. Escherich: Einleitung in die Differential- und Integralrechnung, 5; Proseminar für Mathematik, 1 *g*; Seminar für Mathematik, 2 *g*. — **Mertens**: Zahlentheorie, 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*; Übungen im mathematischen Proseminar, 1 *g*. — **Wirtinger**: Funktionentheorie, 5; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Proseminar, 1 *g*. — **G. Kohn**: Einleitung in die synthetische Geometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Kontinuierliche Gruppen, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik, 4. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik I, 3. — **Hahn**: Variationsrechnung, 3; Besprechung neuerer mathematischer Arbeiten (mit v. Schrutka), 2 *g*. — **Hanni**: Theorie der ganzen transzendenten Funktionen, 2. — **v. Schrutka**: Theorie und Anwendung der Determinanten, 1. — **v. Hepperger**: Sphärische Astronomie, 4; Geographische Ortsbestimmung, 1 *g*. — **Schram**: Astronomische Chronologie, 1. — **Prey**: Die Figur der Erde, 2. — **Herz**: Bahnbestimmung, 1. — **Tietze**: Transzendente Zahlen und Quadratur des Kreises, 2. —

Technische Hochschule Wien.

Jäger: Physik, 5; Optik, 2; Ausgewählte Kapitel der Optik, 2. — **Mache**: Physik, 5. — **Sahulka**: Grundlagen der Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2. — **Reithoffer**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Elektrische Schwingungen und Wellen, 2. — **Hochenegg**: Elektrotechnik, Praktische Übungen und Untersuchungen, 4; Elektrische Arbeitsübertragung, 3; Bau und Betrieb elektrischer Anlagen, 1½. — **Pichelmayer**: Dynamobau, 5. — **Grau**: Elektrisches Beleuchtungswesen, 1. — **Jüllig**: Elektrische Telegraphie und Eisenbahn-Signalwesen, 2. — **Lisnar**: Meteorologie und die wichtigsten Lehren der Klimatologie, 2. — **Kick**: Mechanische Technologie II, 5. — **Hauptfleisch**: Mechanische Technologie III, 5. — **Ludwik**: Mechanische Technologie, 5; Technologische Mechanik, 1. — **Kobes**: Theoretische Maschinenlehre II, mit Übungen, 3; Bau der Lasthebemaschinen, 4½. — **Seidler**: Maschinenzeichnen, 2, Übungen, 6; Allgemeine Maschinenkunde, 3. — **Englaender**: Bau von Dampfkesseln, Dampfapparaten und Behältern, 4½; Maschinenelemente: Abschlußorgane, Konstruktionsübungen, 6, Triebwerksteile, Übungen, 10½. — **Baudiß**: Bau der Wärmekraftmaschinen II, 4, Konstruktionsübungen, 12½. — **Budau**: Bau der Wasserkraftmaschinen und Pumpen II, 5; Theorie und Bau der Flugapparate, 1½. — **Wagner**: Schiffbau, 3. — **Totz**: Schiffsmaschinenbau, 3. — **Meter**: Feuerungstechnik, Heizung, Lüftung und sonstige gesundheitstechnische Ausbildung von Wohn-, Fabriks- und öffentlichen Gebäuden, 3. — **v. Stockert**: Eisenbahnbetriebsmittel, 3; Eisenbahnbetrieb, 2. —

Bamberger: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 6, Übungen, 20; Enzyklopädie der technischen Chemie, 3; Praktische Übungen in der Ausführung technischer Proben, 3. — **Vortmann**: Analytische Chemie, 4, Übungen, 20. — **v. Jüptner**: Theoretische und physikalische Chemie II, 2, Übungen, 4; Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 5, Übungen, 20; Technische Feuerungen, 5. — **Feitler**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen und theoretischen Chemie, 1. — **Skrabal**: Qualitative chemische Analyse, 2. — **Böck**: Arbeitsmethoden in der organischen Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie I: Chemie der Alkaloide, 1. — **Paweck**: Theoretische Elektrochemie, 2; Elektronentheorie und Radioaktivität in ihrer Beziehung zur Elektrochemie, 1. — **Abel**: Theoretische Elektrochemie I, 1; Chemische Thermodynamik, 1; Phasenlehre, 1. — **Suida**: Die wichtigsten Kapitel aus der Chemie der aromatischen Verbindungen, 4; Chemische Technologie organischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Klimont**: Chemie der Fette, 1. — **Lippmann**: Chemie der Benzolderivate, 3. — **Ulzer**: Technische Analyse organischer Stoffe, 2. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie, 1; Photographisches Praktikum, 4. — **Erban**: Chemische Textilindustrie I und II, 2. — **Strache**: Beleuchtungswesen. —

Zsigmondy: Mathematik I, 5, Korrepetitionen, 2. — **N. N.**: Mathematik I, 5. — **Czuber**: Mathematik II, 5; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2. — **N. N.**: Grundlehren der höheren Mathematik, 4, Korrepetitionen, 2. — **v. Schrutka**: Praxis des Rechnens, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 4, II, 2. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik, 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie, 5, Konstruktives Zeichnen, 6; Die Abbildungsmethoden der darstellenden Geometrie, 2, Konstruktionsübungen, 2; Seminar für darstellende Geometrie, 2. — **Schmid**: Darstellende Geometrie, 4, Konstruktionsübungen, 6; Projektive Geometrie I, 3, Konstruktionsübungen, 2. — **Adler**: Konstruktive Theorie der Kegelflächen, 2. — **Finger**: Mechanik I: Starre und flüssige Körper, 5; Enzyklopädie der Mechanik, 4; Analytische Mechanik des materiellen Punktes und der Punktsysteme, 2. — **Jung**: Mechanik I: Starre und flüssige Körper, 5, Übungen, 2; Dynamik starrer Körper, 2. — **N. N.**: Allgemeine Mechanik, 3; Festigkeitslehre und Statik der Hochbauwerke, 3. — **Kirsch**: Mechanik II: Elastizitäts- und Festigkeitslehre, 6. — **Girtler**: Potentialtheorie, 2; Hydromechanik, 2. — **Leon**: Analytische Mechanik des elastischen, festen Körpers, 1½. — **Pollack**: Elemente der niederen Geodäsie, 4½. — **Dolezal**: Praktische Geometrie, 4½, Übungen, 5; Situationszeichnen, 4, Geodätischer Kurs, 4; Photogrammetrie, 1½. — **Tinter**: Höhere Geodäsie, 4; Übungen im Beobachten und Rechnen, 3; Geodätische Rechenübungen, 2½. — **Prey**: Lotstörungen und Lotabweichungen, 1. —

Universität Würzburg.

Wien: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, Magnetismus, 5; Praktische Übungen, 4 bezw. 10; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Cantor**: Theorie der Wärme, 4. — **Harms**: Geometrische Optik, 1. — **Füchtbauer**: Elektrische Erscheinungen in Gasen und Verwandtes: Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen, 2. —

Medicus: Chemische Technologie, 4; Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 5; Praktikum für Pharmazeuten, halb- und ganztägig; Kursus technisch-chemischer Analysen, 2 halbe Tage; Praktikum in allen Richtungen der angewandten Chemie und Nahrungsmittelanalyse, halb- und ganztägig. — **Tafel**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Manchot), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Vollpraktikum für

präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Manchot), tägl. — **Manchot**: Analytische Chemie, 3. — **Reitzenstein**: Isozyklische Verbindungen, 2. — **Pauly**: Die Zuckergruppe und verwandte stickstofffreie natürliche Verbindungen, 1. —

Prym: Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen, 4; Einführung in die analytische Geometrie der Ebene, 4 *g*; Ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, 2 *g*. — **Rost**: Analytische Mechanik I, 4; Ausgleichung der Beobachtungsfehler, mit Anwendung auf Astronomie und Geodäsie, 2; Einführung in die Determinantentheorie, 2; Ebene und sphärische Trigonometrie, 2; Ergänzungen und Übungen zur Geometrie der Kegelschnitte, 2; Theorie der algebraischen Flächen, 2; Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. *g*. — **v. Weber**: Algebra, 4; Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4 *g*; Abbildung und Biegung der Flächen, 2 *g*. —

Universität Zürich.

Kleiner: Experimentalphysik, 5; Theorie der Wärmestrahlung, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, ½ Tag, für Vorgerücktere, tägl. — **Adler**: Einführung in die grundlegenden Begriffe und Theorien der Physik, 1; Thermodynamik, 2; Optik, 2. — **Greinacher**: Radioaktivität, 1. —

Werner: Anorganische Experimentalchemie, 5; Organische Chemie II, 2; Chemisch-analytisches Praktikum, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere (präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten), tägl.; Elektrochemische Übungen, 2 Nachmittage *g*; Technisch-chemische Übungen, 1 Nachmittag *g*; Chemisches Halbpraktikum, halbtägig. — **Abeljanz**: Qualitative chemische Analyse, 2; Anleitung zu chemischen Arbeiten, 1; Chemie und Untersuchung der Lebensmittel II; Genußmittel, Trinkwasser und Gebrauchsgegenstände, 1; Chemisches Praktikum für Mediziner, Veterinäre und Studierende der Naturwissenschaften, 3 Tage, für Anfänger und Vorgerücktere, tägl., für Kandidaten des Sekundarlehramtes, 6; Übungen im Untersuchen von Lebensmitteln, 4 oder 8. — **Pfeiffer**: Stereochemie, 2; Einleitung in die physikalische Chemie, 2; Chemie der Alkaloide, 1. — **Grün**: Naphthene, Terpene und Kampfer, 2. —

N. N.: Elemente der Differential- und Integralrechnung, 4; Gewöhnliche Differentialgleichungen, 4; Übungen für Vorgerücktere (Integralgleichungen), 2. — **Weiler**: Darstellende Geometrie, mit Übungen I, 4; Analytische Geometrie, mit Übungen I, 4; Mathematische Geographie, 2. — **Gubler**: Algebraische Analysis, 2; Inhalt und Methode des geometrischen Unterrichts an der Mittelschule, 1; Ausgewählte Kapitel der Versicherungsmathematik, 1; Sphärische Trigonometrie, 1. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Bahnbestimmungen von Planeten und Kometen, 2. —

Technische Hochschule Zürich.

H. F. Weber: Physik, 4, Repetitorium, 1; Prinzipien, Apparate und Meßmethoden der Elektrotechnik, 4; Wechselstromsysteme und Wechselstrommotoren, 2; Theorie der absoluten magnetischen und elektrischen Messungen, 2; Elektrotechnisches Laboratorium, 8 und 16; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12 und 24; Experimentelle Untersuchungen in Wechselstrom und an Wechselstrommotoren, 4. — **Weiß**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12 und 24. — **Schweitzer**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Thermodynamik, 2. — **Cherbuliez**: Geschichte der Physik im 17. und 18. Jahrhundert I, 2; Geschichte der Wärmetheorien, 1; Einleitung in die mathematische Physik, 2. — **Schild**: Elektrotechnik, 2; Elektrische Leitungen II, 1. — **Wyßling**: Elektrische Zentralanlagen II, 2, Übungen und Konstruktionen, 3; Elektrische Kraftübertragung und Beleuchtung, 3, Repetitorium, 1. — **Tobler**: Elektrische Signalapparate für Eisenbahnen, 2; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Schwachstromtechnik, 1; Militärtelegraphie und -Telephonie, 1. — **Stodola**: Dampfmaschinenbau I: Steuerungen, Regulatoren, 4, Übungen mit Repetitorium, 2; Gasmotoren (Einleitung), 1; Dampfturbinen, 2; Konstruktionsübungen und Entwerfen von Wärmekraftanlagen, 6; Übungen in der kalorischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums, ½ Tag. — **Farny**: Bau von Dynamomaschinen II, 2; Maschinenkonstruieren, 6; Demonstrationen in der elektrischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums, ½ Tag; Wechselstrom-Kommutator-Motoren, 1. — **Prášil**: Hydraulische Motoren und Pumpen II, 4, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen, 12; Konstruktionsübungen über Fabrikanlagen, 4; Ausgewählte Kapitel über hydraulische Anlagen, 2; Übungen in der hydraulischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums, ½ Tag. — **Escher**: Mechanische Technologie II: Metallverarbeitung, 2, Repetitorium, 1, IV: Spinnerei (Fortsetzung); Weberei, 2; Müllerei, 2; Technologisches Praktikum, 4. — **Fliegner**: Theoretische Maschinenlehre II: Mechanische Wärmetheorie, Dampfmaschinen, 4, Übungen, 3. — **Heinemann**: Der geschichtliche Siegeslauf der Technik I, 1 *g*. — **Herzog**: Mechanik II, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der Mechanik (Fortsetzung), 1. — **Kummer**: Maschinenlehre I: Maschinenelemente und Hebezeuge, 3, Übungen und Repetitorium, 3; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der elektrischen Traktion, 2 *g*. — **Meyer**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 4; Maschinenbau: Elemente, 5, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen, 10; Dampfkessel, 1. — **A. Weber**: Maschinenlehre, 2, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen, 4; Industrielle Einrichtungen und Bauten, 2, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen, 2. — **Barbieri**: Photographie I, 2; Photographisches Praktikum, 2. —

Treadwell: Analytische Chemie I, 2; Gasanalyse mit Übungen, 1; Chemie, 2, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Berl**: Theorie technisch-chemischer Prozesse II, 2; Ausgewählte Kapitel aus der chemischen Technologie, 1 *g*. — **Bošhard**: Anorganische chemische Technologie, 4, Repetitorium, 1; Heizung, 2; Metallurgie, 2, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Cérésole**: Bleicherei, Färberei, Farbstoffe, 4, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Constam**: Thermochemie, 1; Untersuchung, Verwendung und Begutachtung der Brennmaterialien, 1. — **Hartwich**: Pharmakognosie, 5; Lebensmittelanalyse mit Übungen, 2; Technische Mikroskopierübungen I: Fasern und Stärke, ½ Tag; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 12; Mikroskopische Untersuchung pharmazeutischer Drogen, ½ Tag; Pharmakognostische Übungen für Vorgerücktere, tägl.; Gerichtlich-chemisches Praktikum, 4 halbe Tage. — **Kaufler**: Konstitutionsbestimmung organischer Substanzen, 1 *g*. — **Lorenz**: Physikalische Chemie II, 2; Allgemeine Elektrochemie, 2; Physikalisch-chemisches Praktikum für Anfänger, ½ Tag; Elektrochemisches Praktikum für Anfänger, ½ Tag; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, tägl. — **Ott**: Theorie und Praxis der Leuchtgasindustrie, 1. — **Schmidlin**: Geschichte der Chemie, 1; Chemie der Alkaloide, 1. — **Willstätter**: Anorganische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organische Chemie II: Benzolderivate, 2, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. —

Franel: Differentialrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Theorie der Differentialgleichungen, 4, Repetitorium, 1. — **Beyel**: Rechenschieber mit Übungen, 1; Darstellende Geometrie, 2; Projektivische Geometrie, 1; Flächen 2. Grades, 2. — **Geiser**: Analytische Geometrie, 4, Repetitorium, 1, Mathematische Übungen, 2; Elemente der Ballistik, 1. — **Großmann**: Darstellende Geometrie, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Geometrie der Lage, 4; Mathematisches Seminar (mit Hurwitz), 2. — **Hirsch**: Differentialrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1; Variationsrechnung, 2. — **Hurwitz**: Elliptische Funktionen, 4. — **Keller**: Mathematik, 4; Die wichtigsten Prinzipien der darstellenden Geometrie, 2. — **Kraft**: Analytische Mechanik, 3; Geometrischer Kalkül I und III, 2; Theaterbühnenbau, 2. — **Lacombe**: Darstellende Geometrie, 2 und 4, Übungen, 4, Repetitorium, 1; Geometrie der Lage mit Übungen, 3. — **N. N.**: Vermessungskunde II, 4, Repetitorium, 1; Erdmessung, 2; Geodätisches Praktikum, 2. — **Rudio**: Höhere Mathematik, 5, Übungen, 2. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Bahnbestimmung von Planeten und Kometen, 2. —

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. Emil Bose in Oliva bei Danzig. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.